اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و ششم، شمارهٔ ۱۰۲، تابستان ۱۳۹۷

کاهش رفاه اجتماعی ناشی از افت سطح آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی گندم‌کاران دشت ارزوئیه)

مصطفی بنی‌اسدی[۱]، محمدرضا زارع مهرجردی[۲]، حسین مهرابی بشرآبادی[۲]، حمیدرضا میرزایی[۲]، عباس رضایی استخرویه[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۹

چکیده

برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی در چند دهه اخیر منجر به اثرات جانبی منفی فراوانی شده است که یکی از پیامدهای آن کاهش رفاه کشاورزان است. در مطالعه حاضر، برای بررسی اثر افت سطح آب زیرزمینی بر رفاه کشاورزان، ابتدا تابع تولید گندم با استفاده از الگوی درجه دوم تعمیم‌یافته برآورد شد و سپس تولید نهایی هریک از نهاده‌ها و از جمله نهاده آب محاسبه گردید. در ادامه، با برآورد تابع هزینه استخراج، تابع رفاه ناشی از کاهش سطح آب محاسبه شد. در نهایت، با استفاده از قضیه پوش و مشتق‌گیری از تابع رفاه نسبت به سطح آب زیرزمینی، تغییرات رفاهی ناشی از افت سطح آب اندازه‌گیری شد. نتایج

۱. دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان (نویسنده مسئول)
Baniasadi.m65@gmail.com
۲. به ترتیب، دانشیار، استاد و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان
۳. استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه شهید باهنر کرمان

مطالعه حاضر نشان داد که به ازای یک متر کاهش سطح آب زیرزمینی در اثر برداشت‌های بی‌رویه، رفاه کشاورزان حدود ۱۲/۵ میلیون تومان کاهش می‌یابد و کل کاهش رفاه دشت ارزوئیه ناشی از کسری مخزن، رقم قابل توجه ۱۲/۹ میلیارد تومان است. همچنین رقم کاهش رفاه به ازای هر مترمکعب آب برابر با ۲۰/۹۷ تومان می‌باشد. با توجه به نتایج، دلیل کاهش رفاه کشاورزان، مصرف بیش از حد منابع آب زیرزمینی است بنابراین باید با سیاست‌هایی نظیر خاموشی اجباری موتورپمپ‌ها، کاهش سطح زیرکشت، تعیین الگوی کشت، فرهنگ‌سازی مصرف و افزایش مشارکت کشاورزان در مدیریت منابع زیرزمینی، از برداشت بیش از حد منابع آب زیرزمینی جلوگیری نمود.

طبقه‌بندی JEL: Q10 ،Q25 ،D62

کلیدواژه‌ها: آثار جانبی، رفاه کشاورزان، تابع تولید، آب زیرزمینی

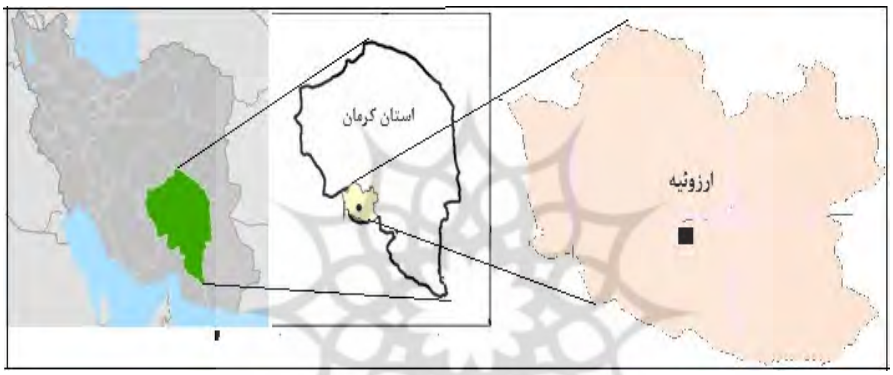
مقدمه

ایران در حال حاضر از جمله کشورهای دارای منابع غنی آب زیرزمینی در جهان است (۹ و ۱۶). اما بهره‌برداران ایرانی تاکنون بخش قابل توجهی از ذخایر آب زیرزمینی خود را استفاده کرده‌اند و دولت کنترل محدودی بر برداشت آب‌های زیرزمینی دارد. تا قبل از طرح هدفمندی یارانه‌ها، به انرژی و آب به‌طور قابل توجهی یارانه تعلق می‌گرفت (این جریان یارانه بعد از طرح هدفمندی یارانه‌ها همچنان ادامه دارد اما با شدت کمتر)، به همین دلیل انگیزه‌ای برای کشاورزان جهت افزایش بهره‌وری مصرف آب وجود ندارد. تنها عوامل محدود کننده استخراج آب‌های زیرزمینی، عمق چاه و ظرفیت پمپاژ می‌باشد. وقتی سطح آب زیرزمینی کاهش می‌یابد، کشاورزان عمق بیشتری را حفاری کرده و پمپ‌های بزرگ‌تر و قوی‌تری نصب می‌کنند (۱۲). براساس گزارش‌های وزارت نیرو، سازمان آب منطقه‌ای و همچنین مطالعات موردی، وضعیت آب‌های زیرزمینی در برخی از نقاط کشور بسیار بحرانی است (۴، ۱۷، ۱۹ و ۳۱).

با توجه به عدم دسترسی کافی به آب‌های سطحی، بخش کشاورزی مقدار زیادی از آب‌های زیرزمینی را مصرف می‌کند. در حال حاضر آب‌های زیرزمینی ۵۵ درصد از تقاضای کل آب در ایران را تأمین می‌کنند (۲۷). بخش کشاورزی بیش از ۹۰ درصد از آب‌های زیرزمینی (در مقایسه با ۸٪ استفاده داخلی از آب‌های زیرزمینی و ۲٪ استفاده صنعتی از آب های زیرزمینی) را مصرف می‌کند (۲۷). 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 این‌رو، ۲۷۷ دشت از ۶۰۹ دشت کشور در شرایط بحرانی قرار دارند و کاهش سطح ایستایی آب زیرزمینی در بسیاری از دشت‌های کشور منجر به نشست زمین شده است (۱۳ و ۲۰). همچنین با افزایش برداشت آب و کاهش سطح ایستایی آب‌های زیرزمینی در بسیاری از نقاط کشور زمین به‌طور قابل توجهی نشست کرده است (۷، ۲۸ و ۲۹).

دشت ارزوئیه در استان کرمان وضعیت بحرانی دارد. دشت ارزوئیه در حد فاصل ´۴۸ °۵۵ تا ´۵۹ °۵۶ طول جغرافیایی شرقی و ´۰۸ °۲۸ تا ´۵۹ °۲۸ عرض جغرافیایی شمالی و در فاصله حدود ۲۷۰ کیلومتری مرکز استان کرمان و در جنوب شرق کشور ایران واقع گردیده است که به دلیل شرایط آب و هوایی و خاک منطقه، از قطب‌های مهم تولید محصولات زراعی مانند گندم، ذرت و صیفی به حساب می‌آید که متأسفانه به دلیل بهره‌برداری‌های روز افزون از آب‌های زیرزمینی منطقه و خشکسالی‌های پی در پی، سطح آب‌های زیرزمینی منطقه افت قابل توجهی پیدا کرده است (۲۲). بنابر گزارش اداره آب منطقه‌ای کرمان، میانگین افت سالانه در دشت ارزوئیه ۱/۷۸ متر می‌باشد که رقمی قابل توجه است. براساس اطلاعات سال ۱۳۹۰، بیلان دشت ارزوئیه (۷۹-) میلیون متر مکعب است (۲۲). همچنین طی ۱۰ سال اخیر همواره بیلان دشت ارزوئیه منفی و افت سطح آب در این دشت به طور متوسط سالانه ۱/۷۸ متر بوده است. متوسط عمق چاه‌های عمیق ۱۰۴ و حداکثر به ۱۷۰ متر هم می‌رسد (۲۳). کم شدن ریزش‌های جوی در چند سال اخیر از یک طرف و افزایش بهره‌برداری از آبخوان از طرف دیگر، علت

اصلی این کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در دشت ارزوئیه است. تعداد چاه‌ها در دشت ارزوئیه ۵۸۱ حلقه چاه است (۲۲). با توجه به آمارهای موجود بیش از ۸۲ درصد برداشت‌ها از آب زیرزمینی در این دشت، مربوط به بخش کشاورزی و تولیدات زراعی است (۲۲). برداشت‌های بی‌رویه در بخش کشاورزی سبب افت شدید سطح آب شده و خسارت‌های اقتصادی و محیط زیستی فراوانی به این منطقه وارد کرده است. در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی دشت ارزوئیه نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی دشت ارزوئیه

استحصال بی‌رویه آب زیرزمینی بر کیفیت، کمیت و مکان آب و به طریقی بر دیگر مصرف کنندگان و محیط زیست اثر می‌گذارد (۲۶). نتیجه این اثرات در طول زمان، افزایش هزینه‌های عمیق کردن چاه و شور شدن آب‌ها به علت کاهش سطح آب است (۲۶ و ۱۰). این موضوع موجب افزایش هزینه‌های مالی برداشت آب‌های زیرزمینی می‌شود به‌طوری 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 حاصل از کشاورزی و کاهش قیمت زمین کشاورزی از تبعات برداشت بیش از حد است (۲۶) و مجموع این اثرات منجر به کاهش رفاه کشاورزان می‌شود (۱۱، ۳۳ و ۳۴). مسئله رفاه اجتماعی بسیار مهم است، زیراکه کاهش

رفاه معضلات اجتماعی نظیر مهاجرت، فقر، بیکاری و بزهکاری را به دنبال دارد. کاهش درآمد و رفاه به‌دلیل برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی، وضعیت منطقه را با بحران جدی مواجه می‌کند، زیرا که اساس اقتصاد و حیات اقتصادی منطقه ارزوئیه بر پایه کشاورزی است. از این‌رو، هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی بر رفاه گندمکاران دشت ارزوئیه می‌باشد. از آنجا که ۹۰ درصد کشاورزان این دشت گندمکار هستند، نتایج نمونه قابل تعمیم به کل منطقه می‌باشد. در خصوص تأثیر افت سطح آب زیرزمینی بر رفاه کشاورزان مطالعاتی در داخل و خارج از کشور انجام شده است که درادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

تعیین رابطه کاهش سطح آب زیرزمینی بر رفاه تولیدکنندگان اولین بار توسط آچاریا و باربیر (۲) مطرح شد. آنان از تابع تولید برای ارزش‌گذاری تابع تغذیه آب زیرزمینی در شمال نیجریه استفاده نمودند 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 میزان کاهش رفاه در منطقه به ازای هر هکتار گندم و سبزی به ترتیب ۶۱۸/۲ و ۴۰/۴ دلار است (۲).

گایارتی و باربیر (۱۵) 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 (۳۴) 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 تحقیق، بهره‌وری متوسط 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 به دست آوردند و ارزش هر مترمکعب آب را ۲/۲۵ ریال محاسبه نمودند. در مطالعه‌ای مشابه توسط خلیلیان و مهرجردی (۲۴) ارزش اقتصادی هر واحد آب زیرزمینی محصول گندم تعیین و اثرات جانبی برداشت بیش از حد از این منابع در مورد محصول گندم برای سال ۸۳ -۱۳۸۲ در استان کرمان محاسبه شد و ارزش اقتصادی هر مترمکعب آب ۱۰/۶ ریال به‌دست آمد. برای به دست آوردن رفاه اجتماعی تولید کنندگان ناشی از تغییر سطح آب‌های زیرزمینی لازم است شرایط مختلف کشاورزان در دسترسی به میزان آب در نظر گرفته شود.

فتحی و زیبایی (۱۱) به بررسی کاهش رفاه ناشی از کاهش سطح آب‌های زیرزمینی، با استفاده از تابع تولید و رفاه در دشت فیروزآباد پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد 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 افت سطح آب را، برای چاه‌های نیمه عمیق ۹۲۴۱۱۰ تومان و برای چاه‌های عمیق ۴۳۱۲۱۰ تومان کاهش می‌دهد.

تقی‌زاده و سلطانی (۳۳) برای بررسی اثر افت سطح آب بر رفاه کشاورزان، ابتدا عوامل مؤثر بر شوری آب‌های زیرزمینی را تعیین و سپس تابع تولید گندم با تعریف متغیرهای مختلفی از جمله شوری آب را برآورد کردند و با محاسبه تولید نهایی هریک از نهاده‌ها نشان دادندکه تولید نهایی کلیه 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 ۱۲۴۹۴۸ تومان کاهش پیدا می‌کند. باقری و معززی (۴) در بررسی برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی بر بازار پسته ایران، در آغاز تابع تقاضای صادرات و تقاضای داخلی پسته همراه با تابع عرضه آن را در دو وضعیت با و بدون در نظر گرفتن هزینه‌های جانبی برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی در دوره ۹۰-۱۳۵۹ برآورد کردند. سپس در قالب یک

مدل برنامه‌ریزی ریاضی تأثیر هزینه‌های جانبی بر رفاه بررسی شد. نتایج نشان داد که به دلیل در نظر نگرفتن هزینه‌های جانبی، برداشت از آب‌های زیرزمینی بیش از حد بهینه است. بر این پایه با لحاظ هزینه‌های جانبی میزان متغیرهای قیمت افزایش و متغیرهای میزان تولید و عرضه، تقاضای داخلی و صادرات کاهش یافته است. در نهایت با لحاظ هزینه‌های جنبی، رفاه مصرف‌کننده و تولید کننده، درآمد صادراتی و رفاه کل جامعه در کوتاه‌مدت کاهش می‌یابد. آنها نتیجه گرفتند که در نظر گرفتن هزینه‌های جنبی بازدارنده برداشت بی‌رویه منابع آب زیرزمینی و باعث افزایش ارزش حال منافع ناشی از آن در بلندمدت خواهد شد.

سیدان و کهنسال (۳۰)، اثرات رفاهی برداشت بیش از حد از منابع آب زیرزمینی را در دشت همدان – بهار با برآورد تابع رفاه، بررسی نمودند. 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 و میزان 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 حاصل از کاهش آب زیرزمینی در کل محدوده مورد بررسی ۵۲ میلیارد ریال محاسبه شد.

با مرور مطالعات مشاهده گردید تقریباً تمامی مطالعات مشابه از طریق برآورد تابع تولید محصول مورد بررسی و تشکیل تابع رفاه، اثر افت منابع آب زیرزمینی بر کاهش رفاه کشاورزان را بررسی نمودند. از آنجا که هدف مطالعه حاضر نیز بررسی اثرات رفاهی است و تابع رفاه از دو جزء هزینه و درآمد تشکیل شده است، در مطالعه حاضر نیز توابع تولید محصول و هزینه استحصال آب باید برآورد گردند. بنابراین در مطالعه حاضر نیز از این روش جهت بررسی اثرات رفاهی استفاده گردید. با توجه به اهمیت بخش کشاورزی و منابع آب زیرزمینی در اقتصاد و معیشت مردم منطقه مورد بررسی و همچنین عدم مطالعه قبلی در منطقه، در این مطالعه به بررسی اثر افت سطح آب زیرزمینی بر رفاه اجتماعی پرداخته شد.

روش تحقیق

در مطالعه حاضر اثر کاهش سطح آب‌های زیرزمینی بر رفاه تولید کنندگان گندم در شهرستان ارزوئیه از طریق روش برآورد تابع تولید و تئوری پوش اندازه‌گیری شده است.

در مطالعات ارزش‌گذاری و اقتصاد محیط زیست روش‌های متعددی برای برآورد ارزش منبع محیط زیستی وجود دارد. یکی از روش‌های پرکاربرد روش تابع تولید است (۳) . پس از برآورد تابع تولید، با استفاده از تئوری پوش می‌توان اثر افت سطح آب بر کاهش رفاه را اندازه‌گیری نمود. با کاهش سطح آب‌های زیرزمینی دو حالت احتمال وقوع دارد:

۱- پایین رفتن سطح آب زیرزمینی به حدی که هزینه پمپاژ آب اضافه شود.

۲- پایین رفتن سطح آب به زیر لوله‌های فرورفته در چاه به حدی که امکان پمپاژ آب وجود نداشته باشد.

فرض شد که در طول یک فصل رشد حالت دوم اتفاق نمی‌افتد. برای مشخص کردن تغییر رفاه تولیدکنندگان گندم در ازای کاهش سطح آب‌های زیرزمینی مورد نظر از تابع تولید (رابطه ۱) استفاده شد. در این قسمت تغییرات رفاهی بر اساس تئوری مبتنی بر تابع تولید توضیح داده می‌شود (۲، ۱۴ و ۲۵):

$$Y = (X_1, X_2, \ldots, X_j, W(R)) \qquad (۱)$$

در رابطه فوق، $X_1, X_2, \ldots, X_j$ نهاده‌های مورد استفاده (بذر، کود، ماشین آلات، سم و نیروی‌کار) و $W(R)$ میزان نهاده آب مصرفی در تابع تولید گندم است. مقدار آب مصرفی (مترمکعب در هکتار) هر کشاورز با استفاده از اطلاعات پرسش‌نامه و مبتنی بر رابطه زیر به‌دست آمد (۳۱):

$$W = 3.6 \times Wf \times H \times D \qquad (۲)$$

در رابطه فوق، W میزان آبکشی برحسب مترمکعب در سال، Wf دبی لحظه‌ای (لیتر بر ثانیه)، H ساعات آبکشی و D تعداد روزهای آبکشی در طول سال است. اندازه‌گیری دقیق دبی برای تک تک چاه‌های نمونه کاری بسیار سخت است و باید یک دوره کشت با تعداد

نفر- روزکار کافی برایش وقت گذاشت تا بتوان به‌طور دقیق آن را اندازه‌گیری نمود، بنابراین از عهده محقق و توان مالی و زمانی تحقیق خارج است. اما می‌توان براساس دبی مجوز برداشت، به‌طور تقریبی این عدد را معادل با برداشت لحظه‌ای قرار داد. البته براساس مشاهدات میدانی محقق، میزان برداشت آب توسط کشاورزان در برخی موارد بیشتر از مجوز داده شده است، اما امکان محاسبه دقیق آن در این مطالعه وجود نداشت. بنابراین میزان دبی براساس پرسش‌نامه و مجوز برداشت کشاورزان در مدل قرار داده شده است. در خصوص اطلاعات جمع‌آوری شده در زمینه ساعات آبیاری و روزهای آبیاری در دوره کشت گندم، اطلاعات از طریق پرسش‌نامه و مشاهده میدانی به‌دست آمد.

برای قابلیت نمایش نظریه تولید نئوکلاسیک‌ها در تابع تولید (رابطه ۱) باید مجموعه ویژگی‌هایی وجود داشته با باشد. از جمله این ویژگی‌ها می‌توان به یکنواختی، تقعر، ضرورت، محدود و غیر منفی بودن، پیوستگی، دوبار قابل مشتق‌گیری بودن اشاره کرد (۶ و ۱۸). برای تأمین این خصوصیات اشکال مختلف تابع تولید وجود دارند که در واقع فناوری تولید را نشان می‌دهند و فناوری تولید نیز نحوه ترکیب نهاده‌های مختلف را نشان می‌دهد (۱۸). تفاوت در شرایط تولید و مدیریت کشاورزان موجب می‌شود که نهاده‌های تولید به شیوه‌های گوناگون با هم ترکیب شوند. بنابراین، نیاز به توابعی است که این اختلافات را بهتر نشان دهد. برای این منظور 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 (۱۸). این شش فرم در جدول۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۱. توابع برآورد شده در مطالعه حاضر

نام تابع	شکل تبعی
خطی ساده	$Y = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i X_i$
کاب-داگلاس	$Y = \alpha \prod_{i=1}^{n} X_i^{\beta_i}$
ترانسندنتال	$Y = \alpha \prod_{i=1}^{n} X_i^{\beta_i} e^{\gamma_i - X_i}$
ترانسلوگ	$Ln(Y) = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i \ln(X_i) + 1/2 \sum_{i=1}^{n} \gamma_{ii} (\ln X_i)^2 + \sum_{i=}^{n}$ $i \neq j$
درجه دوم تعمیم‌یافته	$Y = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i X_i + 1/2 \sum_{i=1}^{n} \gamma_{ii} (X_i)^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} (X_i$ $i \neq j$
لئونتیف تعمیم‌یافته	$Y = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i (X_i)^{1/2} + 1/2 \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \gamma_{ij} (X_i)^{1/2} (X_j)^{1}$ $i \neq j$

مأخذ: حسین‌زاد و سلامی (۱۸)

برای انتخاب فرم برتر از میان توابع ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته نیاز به معیارهای اقتصادسنجی است. تعداد پارامترهای کمتر، سادگی تفسیر، سادگی محاسباتی، خوش‌رفتاری، خوبی برازش، مطابقت و سازگاری علامت‌ها و مقادیر پارامترهای تابع با نظریه‌های اقتصادی از معیارهای شناسایی الگوی برتر هستند (۱۸). پس از برآورد تابع تولید، جهت بررسی تغییرات رفاهی، باید تابع هزینه را مشخص کرد. هزینه های تولید محصول به شکل رابطه زیر می‌باشد:

$$C = C_{X_j} X_j + C_w(R) W \qquad (۳)$$

که در رابطه فوق، C حداقل هزینه مربوط به تولید در طول فصل رشد، C_{X_j} بردار ۱×j قیمت نهاده‌ها و C_w هزینه پمپاژ آب که به صورت تابع افزایشی از سطح آب زیرزمینی (R) می‌باشد به‌طوری که پمپاژ آب در اعماق بیشتر، هزینه پمپاژ بالاتری را به همراه دارد.

تابع رفاه و تغییرات آن نسبت به سطح آب

فرض می‌شود در طول فصل کشت قیمت نهاده‌های تولیدی (به غیر از آب) و قیمت محصول ثابت باشند و تولید کننده قیمت‌پذیر باشد. برای محصول خاص تابع معکوس تقاضای زیر در نظر گرفته می‌شود (۳۴):

$$P = P(Y) \qquad (۴)$$

رفاه تولید کننده از مساحت زیر منحنی تقاضا (رابطه ۴) منهای هزینه نهاده‌هایی که در تولید استفاده می‌شود به‌دست می‌آید (۲). به دلیل ثابت فرض کردن هزینه نهاده‌های تولید ($C_{X_j}X_j$) به غیر از هزینه آب ($C_w(R)W(R)$)، تخمین تابع هزینه نهاده‌ها ضرورتی ندارد. رفاه (S) ناشی از تولید (Y) از رابطه ۵ حاصل می‌شود (۲):

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

با حداکثر سازی رابطه فوق، شرط اول حداکثر سازی (FOC)، مقادیر بهینه نهاده آب و سایر نهاده‌ها از روابط ۶ و۷ حاصل می‌شود که در آن ارزش تولید نهایی هر نهاده باید برابر با قیمت نهاده مورد نظر باشد. زمانی این روابط صادق هستند که هر یک از کشاورزان قیمت-پذیر باشند و در تعیین قیمت بازار دخالتی نداشته باشند. با فرض ثابت نگه داشتن 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[4] می‌توان اثر تغییر در سطح آب‌های زیرزمینی را بر رفاه تولید کننده محاسبه نمود که این نتیجه در رابطه ۸ نشان داده شده است (۱ و ۲).

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

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

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

از رابطه ۶ میزان مصرف بهینه نهاده‌های تولید به‌دست می‌آید و از رابطه ۷ نیز میزان بهینه مصرف آب به‌دست می‌آید. میزان تغییرات در رفاه به ازای کاهش سطح آب‌های

4. Envelope theorem

زیرزمینی (با فرض ثابت بودن سایر نهاده‌ها) نیز از رابطه ۸ به‌دست می‌آید. خالص تغییرات رفاه، اثر تغییر در سطح سفره آب‌های زیرزمینی بر مقدار تولید نهایی آب منهای هزینه استخراج هر واحد آب (C_w) می‌باشد. تغییر در سطح آب زیرزمینی و میزان برداشت آب بر رفاه جامعه آثار متفاوتی دارد: الف) تغییر هزینه نهایی استخراج آب، ب) تغییر در عملکرد محصول و ج) تأثیر بر میزان برداشت آب که در فرمول گنجانده شده است (۲۴). شکل کلی تابع هزینه استحصال آب از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$C_w(R) = \alpha + bR \qquad (۹)$$

با مشتق‌گیری از رابطه فوق نسبت به R عبارت $\partial C_w/\partial R$ در رابطه ۹ به‌دست 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 طریق 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 غیرممکن است. با توجه به شرایط منطقه، افت سطح آب‌های زیرزمینی در جایی که منجر به افزایش هزینه پمپاژ و تغییر در بهره‌وری می‌شود، کاهش رفاه را به دنبال دارد. برای محاسبه ($\frac{\partial W}{\partial C_w}$) در رابطه ۸، ابتدا مقدار تقاضای نهاده آب (W) را از برابری ارزش تولید نهایی آب با هزینه آن، به‌دست آورده و سپس از W نسبت به C_w مشتق گرفته می‌شود (۱۱):

$$\frac{\partial W}{\partial C_w} = \frac{1}{P_y \cdot \beta_{ww}} \qquad (۱۰)$$

که در روابط فوق، VMP_w ارزش تولید نهایی آب مصرف شده، W مقدار آب مصرف شده (مترمکعب)، S مقدار بذر مصرفی (کیلوگرم)، F میزان کود مصرفی (کیلوگرم)، M ساعات کار ماشینی (ساعت)، P مقدار سم مصرف شده (لیتر)، L تعداد نیروی کار (نفر- روز) و P_y قیمت هر کیلوگرم محصول (تومان) است. با قرار دادن رابطه ۱۰ در رابطه۸ میزان کاهش رفاه به

ازای کاهش در میزان 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. 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 یک بار انجام می‌شود که باید به‌صورت هزینه‌های ثابت سالیانه تبدیل شوند.

روابط ۱۱ و ۱۲ برای محاسبه هزینه ثابت (فرمول‌های محاسبه هزینه‌های یکنواخت سالانه) و برای محاسبه هزینه ثابت سالانه خرید ادوات مورد نیاز از فرمول ۹ (تبدیل ارزش فعلی به یکنواخت سالانه) و برای محاسبه ارزش سالانه اسقاط از فرمول ۱۲ (تبدیل ارزش آینده به یکنواخت سالانه) استفاده شد.

$$A = P\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}\right] = P(A/P, i\,\%, n) \qquad (۱۱)$$

$$A = F\left[\frac{i}{(1+i)^n-1}\right] = F(A/F, i\,\%, n) \qquad (۱۲)$$

که در رابطه فوق، A هزینه یکنواخت در پایان دوره، F ارزش آتی (اسقاط SV)، P ارزش فعلی 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 فعلی 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 (۳۲). با ترکیب دو فرمول فوق هزینه ثابت سالانه خرید ادوات بهره‌برداری چاه از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$A = P\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}\right] - SV\left[\frac{i}{(1+i)^n-1}\right] \qquad (۱۳)$$

اطلاعات موردنیاز در این مطالعه با استفاده از مطالعه میدانی و مصاحبه حضوری با زارعین و تکمیل پرسش‌نامه از کشاورزان دشت ارزوئیه به‌دست آمد. شهرستان ارزوئیه تنها داری دو بخش مرکزی و بخش صوغان می‌باشد. در تقسیمات منابع آب کشور، دشت ارزوئیه از دشت صوغان مجزا شده است. بنابراین محدوده مطالعه براساس تقسیمات کشوری

کوچک‌تر می‌شود. حوضه آبی دشت ارزوئیه (معروف به دشت دولت آباد) در محدوده بخش مرکزی این شهرستان است و لذا چندان گستردگی و یا ناهمگنی ندارد. در بخش مرکزی ارزوئیه سه دهستان ارزوئیه، وکیل‌آباد و دهسرد وجود دارد که از بین آنها، منبع اصلی آب دهستان دهسرد، قنوات می‌باشد. بنابراین تنها دهستان‌های ارزوئیه و وکیل‌آباد منبع اصلی‌شان چاه‌های عمیق می‌باشد و نمونه‌گیری از این دو منطقه به‌عمل آمد. برای این منظور در این مطالعه، از روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده استفاده گردید. در روش نمونه‌گیری طبقه‌بندی شده با کمک واریانس صفت مورد نظر در هر طبقه حداقل نمونه مورد نیاز با استفاده از رابطه زیر برآورد می‌گردد (۷):

$$n = \frac{Nt^2(S_{wx}^2/\bar{X}^2)}{Nd^2 + t^2(S_{wx}^2/\bar{X}^2)} \qquad (۱۴)$$

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

$$S_{wx}^2 = \frac{\sum_{h=1}^{L} N_h \delta_{hx}^2}{N} \qquad (۱۵)$$

که در آن، N_h جمعیت هر طبقه، δ_{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، نتایج برآورد حجم نمونه به شرح جدول۲ محاسبه گردید.

جدول۲. پارامترهای تخمینی طبقات جهت تعیین حجم نمونه

نام دهستان (طبقات)	میانگین عملکرد گندم	واریانس	تعداد کشاورزان (جامعه آماری)
ارزوئیه	۴/۷۳۰	۱/۳۹۴	۳۰۷۱
وکیل‌آباد	۴	۱/۵۷۷	۱۸۴۶

مأخذ: بررسی داده‌های پژوهش

با توجه به اطلاعات جدول ۲ و با استفاده از روابط ۱۴ و ۱۵، حجم بهینه نمونه ۱۱۵ نفر محاسبه گردید. در مجموع برای افزایش کارایی آماری با تعداد ۱۹۶ کشاورز مصاحبه شد. به دلیل عدم دسترسی به مشخصات کامل کشاورزان جهت انجام نمونه‌گیری تصادفی، از روش نمونه‌گیری ساده[5] یا نمونه‌گیری در دسترس استفاده شد. این نوع نمونه‌گیری غیرتصادفی است و به دلیل عدم وجود اطلاعات برای نمونه‌گیری تصادفی از این روش استفاده گردید. همچنین اطلاعات تکمیلی از طریق سازمان جهاد کشاورزی استان و شرکت آب منطقه‌ای کرمان به‌دست آمد.

نتایج و بحث

برای محاسبه اثر کاهش سطح آب زیرزمینی بر رفاه تولید کننده نیاز به تخمین تابع تولید مناسب است. برای این منظور شش نوع تابع تولید، شامل سه تابع خطی ساده، کاب داگلاس، ترانسندنتال و سه نوع از توابع انعطاف‌پذیر شامل ترانسلوگ، درجه دوم تعمیم‌یافته و لئونتیف تعمیم‌یافته، به عنوان جایگزین‌های اولیه برای بیان رابطه بین عوامل تولید و مقدار تولید گندم، انتخاب و با استفاده از اطلاعات و آمار جمع‌آوری شده برآورد شدند. این مدل‌ها، برآوردهای اولیه هستند. جدول۲ برخی آماره‌ها را جهت انتخاب فرم تبعی مناسب ارائه کرده است.

5. Convenience Sampling

جدول ۲. مقایسه انواع توابع تولید گندم از نظر خصوصیات و ویژگی‌های آزمون شده

تابع	خطی ساده	کاب داگلاس	ترانسندنتال	ترانسلوگ	درجه دوم تعمیم‌یافته	لئونتیف تعمیم‌یافته
درصد و تعداد ضرایب معنی‌دار	۵۷ درصد ۴ از ۷	۵۷ درصد ۴ از ۷	۲۱ درصد ۳ از ۱۴	۷ درصد ۲ تا از ۲۸	۲۱ درصد ۶ تا از ۲۸	۱۱ درصد ۳ تا از ۲۸
آزمون فرم تابعی (آزمون رمزی و F)	۳/۰۳۸ رد فرض صفر در سطح ۵ درصد: مدل نامناسب (رمزی)	۱/۲۱۹ قبول فرض صفر: مدل مناسب (رمزی)	۱/۷۰۲ قبول فرض صفر: مدل مناسب (رمزی)	۱/۱۷۰، پذیرش فرض صفر: مدل مقید، کاب داگلاس مناسبتر (F)	۱/۸۴۴، رد فرض صفر در سطح پنج درصد: مدل نامقید، درجه دوم تعمیم‌یافته مناسبتر است (F)	–
مقدار LM درآزمون نرمالیتی (جارگ-برا)	۲/۴۲۳ (۰/۲۹۸)	۱/۵۰۳ (۰/۴۷۲)	۱/۲۲۲ (۰/۵۴۳)	۱/۴۶۷ (۰/۴۸۰)	۱/۱۰۴ (۰/۵۷۶)	۱/۰۰۳ (۰/۶۰۶)
R^2	۰/۶۵	۰/۷۰	۰/۷۱	۰/۷۷	۰/۷۶	۰/۷۵
F	۳۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۴۱/۹۱ (۰/۰۰۰)	۲۰/۶۷ (۰/۰۰۰)	۱۰/۰۷ (۰/۰۰۰)	۱۰/۰۷ (۰/۰۰۰)	۹/۶۲ (۰/۰۰۰)
D.W	۱/۸۲	۱/۸۵	۱/۹۲	۱/۷۲	۱/۷۰	۱/۷۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول فوق و مقایسه بین مدل‌های اولیه، بر اساس آماره‌های ضریب تعیین، آزمون F، آزمون فرم تبعی رمزی، تعداد ضرایب معنی‌دار اولی و همچنین سازگاری علامت‌ها، تابع درجه دوم تعمیم‌یافته انتخاب و تخمین زده شد. برای رفع مشکل خطای تصریح آزمون متغیر مازاد[6] صورت گرفت. همچنین آزمون هم‌خطی[7] از روش تجزیه واریانس[8] انجام پذیرفت. با توجه به این دو آزمون متغیر ماشین‌آلات کشاورزی و متغیرهای اثر متقابل بذر و کود، بذر و آب، بذر و ماشین، بذر و نیروی کار، آب و ماشین، آب و سم، آب و نیروی‌کار و توان دوم بذر از مدل حذف شدند. پس از آن، آزمون واریانس ناهمسانی (آزمون وایت) انجام

6. Redundent variable
7. Multicollinearity test
8 . Variance Decomposition

پذیرفت که آماره این آزمون ۱۶/۴۴ به‌دست آمد که با توجه به درجه آزادی ۱۷ و مقدار آماره χ^2 در سطح ۵ درصد (برابر با ۹/۳)، فرضیه صفر مبنی بر همسانی واریانس رد شده و ناهمسانی واریانس پذیرفته شد.

برای رفع ناهمسانی واریانس، از روش تخمین وایت تحت عنوان روش برآورد (HCCM)[9] استفاده می‌شود (۲۱). نتایج تخمین تابع تولید گندم آبی در جدول۳ گزارش شده است.

جدول۳. نتایج تخمین مدل درجه دوم تعمیم‌یافته در تولید گندم آبی دشت ارزوئیه

متغیر	نماد	ضریب	آماره t	کشش در میانگین
ضریب ثابت	β_0	۲۲۱۴/۵	۰/۸۹	–
بذر	β_s	-۲/۷۳۱*	-۱/۸۱	-۰/۱۸
کود	β_f	۰/۷۹۳	۰/۲۳	۰/۰۸۴
آب	β_w	۰/۱۹۰**	۲/۲۷	۰/۳۸
ماشین آلات کشاورزی	β_m	حذف از مدل	–	–
سم	β_p	۹۶۵/۶**	۲/۰۸	۰/۵۶
نیروی کار	β_l	-۲۸۲/۵	-۱/۵۵	-۰/۸۲
بذر-کود	β_{sf}	حذف از مدل	–	–
بذر-آب	β_{sw}	حذف از مدل	–	–
بذر-ماشین	β_{sm}	حذف از مدل	–	–
بذر-سم	β_{sp}	حذف از مدل	–	–
بذر-نیروی کار	β_{sl}	حذف از مدل	–	–
کود-آب	β_{fw}	۰/۰۰۰۳۴***	۲/۵۲	۰/۳۶
کود-ماشین	β_{fm}	-۰/۱۷۵	-۱/۳۶	-۰/۲۵
کود-سم	β_{fp}	۰/۴۶۱	۱/۶۰	۰/۱۴
کود-نیروی کار	β_{fl}	۰/۲۱۴	۱/۱۵	۰/۳۲
آب-ماشین	β_{wm}	حذف از مدل	–	–
آب-سم	β_{wp}	حذف از مدل	–	–
آب-نیروی کار	β_{wl}	حذف از مدل	–	–
ماشین-سم	β_{mp}	-۹۲/۷۸۲***	-۴/۰۲	-۰/۷۳
ماشین-نیروی کار	β_{ml}	۲۱/۹۶۱***	۳/۹۴	۰/۸۶

9. Heteroscedasticity Consistent Covariance Matrix Estimator

ادامه جدول ۳

سم-نیروی کار	β_{pl}	۴۸/۹۷۴*	۱/۸۵	۰/۴۱
مربع بذر	β_{ss}	حذف از مدل	–	–
مربع کود	β_{ff}	-۰/۰۰۶۴۸**	-۱/۹۳	-۰/۲۰
مربع آب	β_{ww}	-۰/۰۰۰۰۱۷۵**	-۱/۹۹	-۰/۱۹
مربع ماشین	β_{mm}	۱۱/۳۷۲**	۱/۹۱	۰/۲۲
مربع سم	β_{pp}	-۲۱۸/۱۰***	-۴/۳۳	-۰/۲۰
مربع نیروی کار	β_{ll}	-۱۰/۰۷۳	-۱/۲۵	-۰/۲۲
آماره‌ها	R^2 =۰/۷۶	$\overline{R}^2$ =۰/۷۲	F= ۱۷/۵۲***	AIC = ۱۲/۹۸
	J-B Normality Test = (۰/۶۴)۰/۸۹۳	DW = ۱/۷۴	Log Likelihood = -۸۶۷/۶۴۳	SC =۱۳/۴۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق، * و ** و*** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد

با استفاده از نتایج تخمین تابع تولید در جدول۳، ارزش تولید نهایی نهاده آب، با مشتق‌گیری از تابع تولید نسبت به نهاده آب به شکل زیر محاسبه می‌شود:

$$VMP_W = P_y\left(\frac{\partial Y}{\partial W}\right) = 1180 \times (0.190 + 0.00034 \times F - 0.0000175 \times W) = 233.756$$

با توجه به رابطه فوق ارزش تولید نهایی آب ۲۳۳۸ ریال به‌دست آمد.

هزینه استحصال هر واحد آب بر اساس آنچه در قسمت روش تحقیق بیان شد از مجموع متوسط هزینه‌های متغیر و ثابت به دست می‌آید. در ابتدا با استفاده از محاسبه هزینه یکنواخت سالانه هزینه ثابت محاسبه شد. با استفاده از اطلاعات جدول۳ هزینه سالانه مربوط به پمپاژ آب و حفر چاه مورد محاسبه قرار گرفت. ابتدا یک چاه نمونه انتخاب شد. اطلاعات این چاه نمونه شامل عمق، دبی و قطر لوله جداره از میانگین‌گیری کل چاه‌های عمیق به دست آمد. عمر مفید وسایل بر اساس مطالعات گذشته وارد شد و ارزش اسقاطی از شرکت‌های مرتبط با فروش ادوات چاه‌های بهره‌برداری به دست آمد.

از آنجا 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 از

طریق کشاورز با هزینه فرصت پول ۲۲ درصد تأمین می‌شود (۱۱). با توجه به سهم منبع تأمین اعتبار، نرخ تنزیل ۱۷ درصد در نظر گرفته و هزینه سالانه با استفاده از رابطه۱۶ محاسبه شد.

چاه‌های این منطقه با وسایل پمپاژ نوع برقی اقدام به استحصال آب می‌کنند. مشخصات چاه نمونه (میانگین داده‌ها) به این شرح می‌باشد: زمین تحت آبیاری ۹۶ هکتار، عمق ۱۲۰ متر، ۶ اینچ آبدهی، برق ۸۰ آمپر و قدرت ۱۰۰ کیلو وات و قطر لوله جداره ۱۲ اینچ. بر اساس هزینه و عمر مفید ادوات، هزینه‌های سالانه محاسبه شد. هزینه استهلاک سالانه در ستون ۵ جدول۴ آورده شده است که از آن برای محاسبه هزینه پمپاژ هر مترمکعب آب استفاده شد. تمامی هزینه‌ها به قیمت جاری می‌باشند.

جدول۴. هزینه‌های سرمایه‌گذاری در چاه و وسایل پمپاژ برای چاه های عمیق (تومان)

شرح	هزینه	ارزش اسقاط	عمر مفید	هزینه یکنواخت سالانه
هزینه حفر چاه	۴۲۰۰۰۰۰۰	۰	۱۰	۹۰۱۵۵۷۷/۰۶
پمپ شناور	۱۲۹۵۰۰۰۰	۱۰۰۰۰۰۰	۷	۳۲۱۶۶۱۹/۵۵
کابل ۲۵	۵۵۰۰۰۰۰	۳۵۰۰۰۰۰	۱۵	۹۷۰۶۴۴/۱۹
کابل ۷۰	۱۰۰۰۰۰۰	۵۶۰۰۰۰	۱۵	۱۷۷۸۴۱/۷۲
ترانس	۶۰۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰	۱۵	۱۰۹۱۲۸۸/۳۸
لوله ۶ اینچ	۱۳۲۰۰۰۰۰	۲۸۰۰۰۰۰	۱۵	۲۴۲۹۳۴۹/۷۹
اتصالات نصب	۵۰۰۰۰۰	۰	۱۵	۹۳۹۱۱/۰۵
اجرت نصب	۲۰۰۰۰۰۰	۰	-	۳۷۵۶۴۴/۱۹
مجموع		-	-	۱۷۳۷۰۸۷۵/۹۳

مأخذ: شرکت‌های مرتبط با حفر و فروش ادوات چاه‌های بهره‌برداری

کل هزینه یکنواخت سالانه به عنوان هزینه‌های ثابت در ردیف آخر جدول۴ آورده شده است. همچنین مجموع هزینه‌های متغیر، به‌صورت میانگین برای یک چاه نمونه با مشخصات داده شده در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول۵. هزینه‌های متغیر استحصال آب طی یک سال زراعی (تومان)

هزینه‌ها	هزینه هر بار	تکرار (دوره)	کل هزینه در سال
روغن و گریس	۱۰۰۰۰۰	هر ماه	۱۲۰۰۰۰۰
برق مصرفی	۶۸۹۳۵۵	هر ماه	۸۲۷۲۲۵۸
هزینه‌های نگهداری و تعمیرات سالانه	۵۰۰۰۰۰	هر شش ماه	۱۰۰۰۰۰۰
مجموع	–	–	۱۰۴۷۲۲۵۸

مأخذ: داده‌های تحقیق

با توجه به داده‌های شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان متوسط کارکرد سالانه پمپ چاه‌های نمونه در طول فصل کشت (یک سال تمام) ۵۵۴۲ ساعت و متوسط برداشت ۵۶۲۵۶۸/۴۷ مترمکعب در نظر گرفته شد. با استفاده از اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه‌های تکمیل شده، متوسط هزینه‌های متغیر شامل روغن و گریس موتور پمپ‌ها، برق مصرفی و همچنین هزینه‌های نگهداری، تعمیرات سالانه و سایر هزینه‌ها محاسبه و بر متوسط برداشت آب از چاه نمونه تقسیم شد تا هزینه متغیر برای هر مترمکعب آب به دست آید. متوسط هزینه ثابت و متغیر چاه نمونه، به ترتیب ۳۰/۸۸ و ۱۸/۶۱ تومان به ازای هر مترمکعب آب محاسبه شد. نتایج حاصل از محاسبات صورت گرفته در جدول۶ آورده شده است. از مجموع هزینه یکنواخت سالانه (هزینه ثابت) و همچنین متوسط هزینه متغیر برای هر مترمکعب آب، متوسط هزینه استخراج هر مترمکعب محاسبه و در ردیف آخر جدول۶ ارائه شده است. هزینه به ازای استخراج هر مترمکعب آب ۴۹/۵ تومان به دست آمد. با توجه به اینکه ارزش تولید نهایی آب بیش از هزینه استحصال آب می‌باشد برداشت بیشتری از این منبع صورت خواهد گرفت.

جدول ۶. هزینه استخراج هر مترمکعب آب از چاه در سال زراعی ۹۴-۹۳ (تومان)

نوع هزینه	مبلغ
هزینه ثابت (یکنواخت سالانه) هر مترمکعب آب	۱۸/۶۱۵
متوسط هزینه متغیر (شامل برق مصرفی، تعمیرات و سایر هزینه‌ها) برای هر مترمکعب آب	۳۰/۸۷۸
متوسط هزینه استخراج هر متر مکعب آب	۴۹/۴۹۳

مأخذ: محاسبات تحقیق

هزینه متغیر استحصال هر واحد آب (هزینه برق پمپاژ) تابعی از سطح ایستایی آب است، یعنی ارتفاعی که در عمل پمپاژ آب از چاه به سطح زمین منتقل می‌شود. برای به‌دست آوردن $\partial C_w/\partial R$ و ارتباط هزینه استخراج آب با سطح آب زیرزمینی رابطه $C_w(R) = \alpha + bR$ تخمین زده شد. $C_w(R)$ هزینه استخراج آب و تابعی از سطح آب زیرزمینی است. از آنجا که دسترسی به سطح آب زیرزمینی امکانپذیر نبود، عمق چاه به عنوان متغیری که همراه با سطح ایستایی آب تغییر می‌کند، در معادله قرار گرفت. نتایج حاصل از این برآورد در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول۷. نتایج حاصل از برآورد تابع هزینه پمپاژ

متغیر	ضریب	آماره t	سطح معنی‌داری
جز ثابت	۱۳۱/۸۵	۰/۸۰	۰/۲۵
عمق چاه (متر)	۶۶۴/۶۲۹	۱۴/۸	۰/۰۰۰
R^2=۰/۶۳	$\bar{R}^2$=۰/۶۲	F= ۲۱۹/۵۲***	AIC = ۱۷/۰۹
	J-B Normality Test = (۰/۲۶)۲/۶۷	Log Likelihood = -۱۱۳۴/۶۷	SC =۱۷/۱۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج این تخمین نشان می‌دهد که با افزایش عمق چاه هزینه استحصال آب افزایش می‌یابد به گونه‌ای که به ازای هر متر افزایش عمق چاه‌ها (کاهش سطح ایستایی آب) ۶۶۴۶ تومان هزینه پمپاژ افزایش می‌یابد. بنابراین یکی از اثرات جانبی برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی، کاهش سطح ایستایی آنها و افزایش هزینه‌های اقتصادی پمپاژ این منبع ارزشمند است. در ادامه جهت محاسبه $\frac{\partial W}{\partial C_w}$ از رابطه $VMP_W = C_w$ استفاده شد تا ابتدا تقاضای آب برای تولید گندم محاسبه و سپس از تقاضای آب نسبت به هزینه پمپاژ مشتق گرفته شود که با توجه به رابطه۱۳ نتیجه این مشتق‌گیری به صورت زیر می‌باشد:

$$\frac{\partial W}{\partial C_w} = \frac{1}{P_y.\beta_{WW}} = \frac{1}{1180 * (-0.0000175)} = -48.44$$

با توجه به محاسبات انجام شده، با افزایش یک واحد هزینه پمپاژ آب، تقاضا برای آب به میزان ۴۸/۴ مترمکعب کاهش می‌یابد. با استفاده از محاسبات انجام شده و رابطه ۸ می‌توان کاهش رفاه تولید کنندگان را محاسبه نمود. نتایج حاصل در جدول۸ آورده شده است.

$$\frac{\partial S}{\partial R} = \left(P_V \frac{\partial V}{\partial W} - C_w\right)\left(\frac{\partial W}{\partial C_w}\cdot\frac{\partial C_w}{\partial R} + \frac{\partial W}{\partial R}\right) - W\left(\frac{\partial C_w}{\partial R}\right)$$

$$\frac{\partial S}{\partial R} = (233.756 - 49.493)(-48.44 \times 664.63 + 0) - 9813.6(664.63)$$
$$= -12454682.03$$

بنابراین بر اساس نتایج به دست آمده، کاهش رفاه به ازای هر متر افت سطح آب برای چاه‌های عمیق دشت ارزوئیه ۱۲۴۵۴۶۸۲ تومان می‌باشد. کل رفاه از دست رفته از ضرب عدد محاسبه شده برای چاه نمونه در تعداد چاه‌های منطقه به‌دست می‌آید. از تقسیم کل رفاه از دست رفته دشت به میزان آب برداشتی از سفره، رفاه از دست رفته به ازای هر مترمکعب آب برداشتی به دست می‌آید.

مساحت کل حوضه آبریز برابر ۶۹۹۱ کیلومتر مربع بوده که ۱۶۲۰ کیلومترمربع آن را دشت، ۵۳۷۱ کیلومتر مربع را ارتفاعات تشکیل داده و محدوده مطالعاتی حاضر ۶۳۵/۱۵ کیلومتر مربع است. کل تغذیه دشت در مجموع ۲۶۶ میلیون مترمکعب می باشد. با توجه به برداشت ۳۴۵ میلیون مترمکعب از این سفره ها، ۷۹ – میلیون مترمکعب تغییر حجم سفره می باشد(۲۲). کاهش میزان آب با توجه به مساحت محدوده مطالعاتی دشت (۶۳۵ کیلومتر مربع) با استفاده فرمول زیر محاسبه گردید:

$$\Delta V = S \times A \times \Delta h \implies -79 \times 10^6 = 0.07 \times 635.15 \times 10^6 \times \Delta h$$

که در رابطه فوق ΔV تغییر حجم سفره، S ضریب ذخیره معادل ۷ درصد، A مساحت دشت و Δh میزان افت سطح آب است که معادل با ۱/۷۸ متر میانگین سالانه محاسبه گردید و کاهش حجم آب زیرزمینی معادل ۱۲۴۳/۸ مترمکعب به ازای هر هکتار دشت در سال می‌باشد. ۹۱

درصد از بهره‌برداران دشت ارزوئیه به کشت گندم مشغول هستند که با همگن در نظر گرفتن کل دشت می‌توان نتایج را برای تمام چاه‌ها تعمیم داد.

در کل دشت ۵۸۱ حلقه چاه وجود دارد که با میانگین سالانه ۵۵۴۲ ساعت کارکرد و برداشت ۱۱۱۸۴۵۶/۵ مترمکعب درسال، ۹۰ درصد بهره‌برداران آنها (۶۲۷۵ بهره‌بردار) به کشت گندم آبی پرداخته و از آب‌های زیرزمینی استفاده می‌نمایند. اگر کاهش رفاه به‌دست آمده از افت یک متری سطح آب برای چاه نمونه، در کل چاه‌های منطقه ضرب شود، کل کاهش رفاه دشت حاصل می‌شود. با توجه به میانگین سالانه افت ۱/۷۸ متری دشت، با یک تناسب ساده، کاهش رفاه ناشی از این مقدار افت سطح آب نیز حاصل می‌شود. کاهش رفاه به ازای ۱/۷۸ متر افت آب در جدول ۸ آورده شده است. مقدار برداشت از مخزن دشت ۳۴۵ میلیون مترمکعب است که اگر عدد کل کاهش رفاه دشت بر آن تقسیم شود، مقدار کاهش رفاه به ازای هر متر مکعب برداشتی از مخزن به‌دست می‌آید که با توجه به جدول ۸ این عدد برابر با ۲۰/۹۷ تومان می‌باشد. کل کسری مخزن در آخرین سال آمار برداری، ۷۹ میلیون مترمکعب بوده که با توجه به افت ۱/۷۸ متری و مساحت کل دشت حاصل شده است. اگر کل کاهش رفاه محاسبه شده بر میزان ۷۹ میلیون متر مکعب کسری مخزن تقسیم شود، کاهش رفاه به ازای هر متر مکعب کسری آب ناشی از کاهش سطح ایستایی برابر با ۱۶۳/۰۴ تومان به دست می‌آمد. در نهایت مقدار کاهش رفاه هر گندم‌کار در هکتار، از ضرب کاهش رفاه به ازای هر مترمکعب برداشتی در میزان آب استحصال شده برای یک هکتار کشت گندم به‌دست آمد.

جدول ۸. میزان تغییر رفاه ناشی از افت سطح آب زیرزمینی در دشت ارزوئیه

شرح	مقدار کاهش رفاه (تومان)
کاهش رفاه به ازای هر متر کاهش سطح آب برای چاه نمونه	۱۲۴۵۴۶۸۲
کل کاهش رفاه منطقه به ازای کاهش یک متر سطح آب	۷۲۳۶۱۷۰۲۶۲
کاهش رفاه به ازای هر متر مکعب برداشتی از مخزن	۲۰/۹۷
کاهش رفاه به ازای میانگین افت ۱/۷۸ متری آب زیرزمینی در کل دشت (معادل ۷۹ میلیون مترمکعب کسری مخزن)	۱۲۸۸۰۳۸۳۰۶۶
کاهش رفاه به ازای هر مترمکعب کسری آب مخزن	۱۶۳/۰۴
متوسط مقدار کاهش رفاه هر بهره‌بردار در تولید یک هکتار گندم	۲۰۵۷۹۱/۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

کاهش رفاه برای هر مترمکعب آب برداشتی از مخزن برابر با **۲۰/۹۷** تومان در دشت ارزوئیه به دست آمد. خلیلیان و زارع مهرجردی (۲۴) در سال ۱۳۸۴ کاهش رفاه اجتماعی را به اندازه ۱/۰۶ تومان و فتحی و زیبایی (۱۱) به اندازه ۸/۱۵ تومان برای چاه‌های نیمه عمیق و ۳/۸۱ تومان برای چاه‌های عمیق به ازای هر مترمکعب به دست آوردند. با توجه به هدفمندی یارانه‌ها و افزایش هزینه انرژی و استحصال، میزان کاهش رفاه به ازای هر مترمکعب به **۲۰/۹۷** تومان در این مطالعه افزایش یافته است. همچنین تهامی پور و همکاران (۳۴) کاهش رفاه ناشی از افت یک متری سطح آب، برای محصول پسته را ۴۳۰۰۱۲ ریال محاسبه نموده‌اند. فتحی و زیبایی (۱۱) با انتخاب محصول گندم کاهش رفاه به ازای هر متر کاهش سطح آب را **۴۳۱۲۱۰۰** ریال محاسبه کرده‌اند. تقی زاده و سلطانی (۳۳) با انتخاب محصول گندم این کاهش را **۱۲۴۹۸۴۰** ریال برآورد کرده‌اند و در مطالعه سیدان و کهنسال (۳۰) میزان کاهش رفاه سالیانه به ازای هر متر کاهش سطح آب زیرزمینی برای هر بهره بردار در کشت گندم و سیب زمینی به‌ترتیب **۱۸۷۵۴۳۰۰** و **۳۵۶۷۲۸۰۰** به‌دست آمد که در این مطالعه میزان کاهش رفاه به عدد **۱۲۴۵۴۶۸۲** تومان رسیده است. علت این تفاوت در نتایج به‌طور عمده به دلایلی مانند زمان تحقیق (افزایش هزینه‌ها هم به‌دلیل طرح هدفمندی یارانه‌ها و هم به‌دلیل تورم سالانه)، نوع محصول، وضعیت سفره آب زیرزمینی مربوط می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثر افت سطح آب زیرزمینی بر کاهش رفاه کشاورزان بود. با توجه به نتایج، کاهش یک متری سطح آب زیرزمینی در چاه نمونه معادل ۱۲۴۵۴۶۸۲ سطح رفاه کشاورزان را کاهش می‌دهد. همچنین با توجه به کسری ۷۹ میلیون مترمکعبی سفره آب زیرزمینی منطقه، میزان کل رفاه منطقه کاهش یافته برابر با افت ۱/۷۸ متری سطح آب زیرزمینی است که معادل ۱۲۸۸۰۳۸۳۰۶۶ تومان کاهش رفاه کل کشاورزان منطقه می‌باشد که این رقم بسیار قابل توجه است. به طور کلی افت سطح آب زیرزمینی ناشی از برداشت‌های بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی است. با توجه به روند کاهش دائمی سطح آب در منطقه، کاهش رفاه و افزایش اثرات جانبی ناشی از آن، باید از ادامه روند فعلی برداشت جلوگیری و مدیریت صحیح منابع آب توسط سازمان‌های مربوطه و با کمک خود کشاورزان اعمال شود. با توجه به نتایج مطالعه، برداشت بیش از حد سبب افت سطح آب و به تبع آن کاهش رفاه کشاورزان شده است، بنابراین باید سیاست‌هایی در جهت کاهش مصرف آب زیرزمینی اعمال شود. خاموشی اجباری موتور پمپ‌ها و تغییر ساعت آبیاری از ساعات پرتبخیر(ظهرها) به صبح و یا شب می‌تواند مصرف آب را کاهش دهد. یکی از مهم‌ترین توصیه‌های سیاستی اصلاح الگوی کشت منطقه در جهت کاهش مصرف آب است. در تدوین این الگو باید محصولات آب‌بر نظیر هندوانه از کشت حذف شود، در مقابل محصولات زودرس و مقاوم به خشکی، که نیاز آبی کمتری دارند، به الگوی کشت وارد شوند. در این زمینه تحقیقات اصلاح ژنتیک و بذور اصلاح شده می‌تواند کارگشا باشد. برخورد بسیار شدید با برداشت‌های غیرقانونی و بیشتر از مجوز و همچنین چاه‌های غیر مجاز، توصیه سیاستی دیگر است. همچنین در این خصوص شرکت‌های حفاری که اقدام به حفر چاه‌های غیرمجاز می‌کنند، باید مجوز فعالیت‌شان لغو شود. سیاست قیمت‌گذاری آب هم شاید در کوتاه مدت برای مهار مصرف بی‌رویه منابع زیرزمینی مفید باشد. البته اثر قیمت‌گذاری آب بر میزان مصرف، در مطالعات مختلف، نتایج متفاوتی به همراه داشته است و باید اثربخشی آن در منطقه

ارزوئیه مورد مطالعه قرار گیرد. کاهش اجباری سطح زیرکشت و استفاده از کنتورهای هوشمند جهت جلوگیری از برداشت‌های بی‌رویه نیز توصیه می‌شود. البته به همراه این سیاست‌ها، باید فرهنگ اصراف گونه آب در کشاورزی را تغییر داد. این کار از طریق اطلاع رسانی به کشاورزان، آموزش، ترویج و تشویق به استفاده از تکنولوژی‌های آبیاری بسیار مفید است. همچنین باید به کشاورزان القا نمود که برداشت بیش از حد از منابع زیرزمینی شاید منافع کوتاه مدت برای آنها داشته باشد، اما در نهایت، کشاورزان هستند که بازنده اصلی این مصرف نادرست هستند و حیات اقتصادی منطقه و آینده فرزندانشان با مخاطره مواجه خواهد شد. اگر کشاورزان بدانند که مالک اصلی منابع هستند، قطعاً خود به بهترین شکل می‌توانند مصرف را کنترل کنند تا گرفتار اثرات جانبی اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی آن نشوند. بنابراین افزایش مشارکت کشاورزان منطقه در مدیریت منابع آب بسیار می‌تواند راهگشا باشد.

منابع

1. 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.

2. Acharya, G. and Barbier, E. (2000). Valuing groundwater recharge through agricultural production in the Hadejia-Nguru wetlands in northern Nigeria. *Agricultural Economics*, 22: 247–259.

3. Amirnejad, H. and Ataie Solute, K. (2011). Economic valuation of environmental resources. Sari: Avaye Masih Publication. (Persian)

4. Bagheri, A. and 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.

5. Bagheri, M. and Moazzi, F. (2013). Investigation of externalities of groundwater overexploitation on pistachio market of Iran. *Agricultural Economics Research*, 5(4): 161-184. (Persian)

6. Chambers, R.G. (1988). Applied production analysis: A dual approach. Cambridge University Press.

7. Cochran, W.G. (1963). Sampling techniques. 2nd Fd. New York: John Wiley and Sons.

8. Dehghani, M., Valadan Zoej, M.J., Entezam, I., Mansourian, A. and Saatchi, S. (2009). InSAR monitoring of progressive land subsidence in Neyshabour, Northeast Iran. *Geophysical Journal International*, 178(1): 47–56.

9. Doll, P., Muller Schmied, H., Schuh, C., Portmann, FT. and Eicker. A. (2014). Global-scale assessment of groundwater depletion and related groundwater abstractions: combining hydrological modeling with information from well observations and GRACE satellites. *Water Resources Research*, 50(7): 5698–5720.

10.Domenico, P., Anderson, D.V. and Case, C. (1968). Optimal groundwater mining. *Water Resource Research,* 4(2): 247-255.

11.Fathi, F. and Zibaee, M. (2011). Loss of social welfare due to overexploitation of groundwater in Firozabad plain. *Journal of Economic and Agricultural Development*, 25(1): 10-19. (Persian)

12.Foltz, R. (2002). Iran's water crisis: cultural, political, and ethical dimensions. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 15(4): 357–380.

13.Forootan, E., Rietbroeka, R., Kuschea, J., Sharifib, M.A., Awangec, J.L., Schmidtd, M., Omondie, P. and 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.

14.Freeman, A.M. (1993). The measurement of environmental and resource values: theory and methods. Resources for the Future, Washington DC.

15.Gayarti, A. and Barbier, E. (2008). Valuing groundwater recharge through agricultural production in the Hadejia-Nguru Westland in northern Nigeria. *Agricultural Economics*, 22: 247-259.

16.Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M.F.P. and Van Beek, L.P.H. (2012). Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature*, 488: 197–200.

17.Hojjati, M.H. and 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.

18.Hossein Zad, J. and Salami, H. (2004). Production function selection for economic valuation of agricultural water, case study of wheat production. *Agricultural Economic and Development*, 12(48): 53-84. (Persian)

19.Izady, A., Davary, K., Alizadeh, A., Ghahraman, B., Sadeghi, M. and Moghaddamnia, A. (2012). Application of "panel-data" modeling to predict groundwater levels in the Neishaboor Plain, Iran. *Hydrogeology Journal*, 20(3): 435–447.

20.Joodaki, G., Wahr, J. and 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.

21.Judge, G., Hill, R. C., Grifith, W. E., Lutkepphi, H. and Lee, T. C. (1988). Introduction to the theory and practice of Econometrics. 2nd Edition, New York: Wiley.

22.Kerman Regional Water Supply Office. (2012). Office of statistics and information.

23.Kerman Regional Water Supply Office. (2014). Report on extension of banning groundwater resources extraction in Orzooiyeh plain. Kerman: Ministry of Power. (Persian)

24.Khalilian, S. and Zare Mehrjerdi, M. R. (2005). Groundwater valuation in agricultural exploitations, case study: Wheat farmers of Kerman County. *Agricultural Economic and Development*, 13(51): 1-14. (Persian)

25.Kulshreshtha, S.N. and Brown, W.J. (1990). The economic value of water for irrigation: a historical perspective. *Canadian Water Resource*, 15: 201-215.

26.Lindgren A. (1999). The value of water: a study of the Stampriet Aquifer in Namibia.Master Thesis, Umea University.Department of Economics.

27.Madani, K. (2014). Water management in Iran: what is causing the looming crisis? *Journal of Environmental Studies and Science*, 4: 315–328.

28.Motagh, M., Djamour, Y., Walter, T.R., Wetzel, H-U., Zschau, J. and Arabi, S. (2007). Land subsidence in Mashhad Valley, northeast Iran: results from InSAR, levelling and GPS. *Geophysical Journal International*, 168(2): 518–526.

29.Mousavi, S.M., Shamsai, A., Naggar, M.H.E. and Khamehchian, M. (2001). A GPS-based monitoring program of land subsidence due to groundwater withdrawal in Iran. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 28(3): 452–464.

30.Seyedan, S.M. and Kohansal, M. R. (2016). Welfare effect of excessive extraction of groundwater resources in the plain of Hamadan-Bahar. *Iranian Journal of Agricultural Economic*, 10(3): 129-153. (Persian)

31.Soltani, Gh. and 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.

32.Soltani, Gh. (2007). Engineering economics. Shiraz: Shiraz University Publication Center. (Persian)

33.Taghizadeh, S. and Soltani, Gh. (2013). The impact of groundwater over-extraction on farmers (Case study: welfare of wheat producers in Fasa county). *Agricultural Economics Research*, 5(1): 1-22. (Persian)

34.Tahami Pour, M., Mehrabi Boshrabadi, H. and Karbasi, A. (2005). Effect of water table reduction on social welfare producers, case study: Pistachio growers of Zarand County. *Agricultural Economic and Development*, 13(49): 97-115. (Persian)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی