مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران
دوره ۲-۴۹، شماره ۲، ۱۳۹۷ (۲۱۳-۲۰۳)

برآورد پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی برداشت از آب‌های زیرزمینی (مطالعه موردی: شهرستان اردکان)

علی کاراموز[۱]، احمد فتاحی اردکانی[۲*]، مسعود فهرستی ثانی[۳]، اکرم نشاط[۴]
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اقتصاد کشاورزی، دانشگاه اردکان
۲. دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه اردکان
۳. استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه اردکان
۴. استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه
(تاریخ دریافت: ۹۶/۴/۱۳- تاریخ تصویب:۹۷/۳/۲۱)

چکیده

برداشت از آب‌های زیرزمینی به‌میزان بیش از شارژ طبیعی آبخوان موجب کسری بیلان، افت سطح سفره‌های زیرزمینی و کمبود آب در بسیاری از مناطق گردیده است. هدف اصلی مطالعه حاضر، برآورد (PCC) هزینه‌های شخصی مصرف‌کنندگان منابع آب زیرزمینی و هزینه-های اضافی ناشی از برداشت از این منابع در شهرستان اردکان بود. به‌منظور برآورد هزینه نهایی شخصی مصرف‌کنندگان، هزینه‌های پمپاژ سالیانه مبلغ ۶۳ میلیارد ریال و هزینه‌های حفر چاه مبلغ ۲۹۰ میلیارد ریال برآورد گردید. در بخش هزینه‌های اضافی ناشی از برداشت، مجموع ارزش حفاظتی آب‌های زیرزمینی شهرستان اردکان با استفاده از ارزش‌گذاری مشروط و تکنیک دوگانه دوبعدی مبلغ ۲۲ میلیارد ریال برآورد شد. همچنین، از سال ۱۳۶۶-۱۳۹۵ هزینه‌ی کاهش تولید محصولات کشاورزی مبلغ ۱۲۱۱ میلیارد ریال برآورد شد. اختلاف بسیار زیاد بین مجموع هزینه‌های شخصی مصرف‌کنندگان و هزینه‌های اضافی ناشی از برداشت، بیانگر وضعیت بحرانی منابع آب زیرزمینی شهرستان است. این تفاوت می‌تواند در جهت تغیر نگرش مسئولین و بخش‌های صنعت و کشاورزی به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده منابع آبی، در زمینه‌ی مصرف بهینه‌ی منابع آب زیرزمینی مفید واقع شود. همچنین، مجموع هزینه‌ی برداشت از آب‌های زیرزمینی به‌میزان ۱۵۸۶میلیارد ریال می‌تواند کمک شایانی به دولت و سیاست‌گزاران برای توجیه انتقال آب جایگزین به منطقه نماید.

واژه‌های کلیدی: **آب‌های زیرزمینی، ارزش حفاظتی، ارزش‌گذاری مشروط، شهرستان اردکان.**

مقدمه

برخورداری از آب سالم برای نیازهای انسانی از جمله برای مصارف شرب و کشاورزی به‌منزله عامل تمدن شناخته شده است. اهمیت آب نزد مللی که در نقاط کم آب و خشک جهان زندگی می‌کنند بسیار بیش‌تر از سایر ملل است. مناطق خشک حدود ۳۳ درصد از خشکی‌های سطح زمین را تشکیل می‌دهند. شهرستان اردکان یکی از شهرستان‌های استان یزد در مرکز ایران

* نویسنده مسئول: احمد فتاحی اردکانی
E-mail: fatahi@ardakan.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

است. این منطقه جزء کمربند خشک فلات مرکزی ایران به‌شمار می‌رود. از آنجا که آب‌های سطحی در مناطق خشک به‌دلیل تبخیر زیاد، کم و نامنظم بودن بارش چندان قابل اطمینان نیستند مردم این نواحی سعی کرده‌اند تا به منابع آب زیرزمینی که کمتر دستخوش تغییرات محیطی قرار می‌گیرد، روی آورند. از این‌رو، با بالا رفتن میزان تقاضا برای آب‌های زیرزمینی، برداشت از این سفره‌ها مرتباً افزایش پیدا کرده است.

موقعیت قرارگیری شهرستان اردکان در دشت یزد-اردکان می‌باشد. تخلیه کل سالانه منابع آب زیرزمینی دشت با احتساب چاه‌های خانگی در مناطق مهریز و اردکان جمعاً معادل ۶۸۶/۳۲ میلیون مترمکعب می‌باشد که از این میزان ۹۲ درصد به مصرف کشاورزی، ۳ درصد صنعت و ۵ درصد باقیمانده به مصرف شرب و بهداشت می‌رسد. کسری ۱۲۲ میلیون مترمکعب منابع آب زیرزمینی در هر سال موجب افت سالانه‌ی سطح سفره به‌میزان ۴۳ سانتی‌متر در دشت شده است (Yazd Regional Water, 2015). از جمله پیامدهای برداشت بیش‌ازحد از منابع آب زیرزمینی می‌توان به شوری، بدمزگی، وجود املاح فراوان، سختی بالا و رسوب‌دهی فراوان، افت عملکرد در هکتار محصولات، خشکیدن تعداد قابل توجهی از درختان بارور به‌دلیل شوری زیاد، عدم توسعه بخش دامداری و دامپروری به‌دلیل سختی زیاد آب و از همه مهم‌تر، فرونشت زمین اشاره کرد.

فرونشست منطقه‌ای زمین شامل فروریزش یا نشست رو به پایین سطح زمین است که می‌تواند دارای بردار جابه‌جایی افقی اندکی نیز باشد. این حرکت از نظر شدت، وسعت و میزان مناطق درگیر محدود نیست. فرونشست در اثر پدیده‌های طبیعی زمین شناختی مختلف مانند انحلال، حرکت آرام پوسته، خروج گدازه از پوسته جامد زمین، ذوب شدن لایه‌های منجمد دایمی در اعماق زمین، ریزش فروچاله‌ها و یا فعالیت‌های انسانی مانند معدن‌کاری زیرزمینی، استخراج نفت و زه-کشی نیز ایجاد می‌شود (Pacheco et al., 2006). مهم-ترین علت فرونشست منطقه‌ای سطح زمین در حوضه-های رسوبی مناطق خشک و نیمه‌خشک، تراکم سفره-های آب زیرزمینی در اثر پمپاژ بی‌رویه از این منابع است (Pacheco et al., 2006). Pool (1992) با آزمایش خصوصیات فیزیکی رسوبات حوضه‌ی پیکاچوی آریزونای مرکزی مهم‌ترین علت نشست زمین در این منطقه را برداشت بیش‌ازحد از سفره آب اعلام کرد. Leake (2001) در حوزه آبخیز نیومکزیکو، آریزونا و نوادا، با استفاده از اندازه‌گیری سطح آب‌های زیرزمینی به این نتیجه رسید که نشست زمین در مناطقی از این ناحیه روی داده است که از رسوبات قابل تراکم و ریزدانه نظیر رس و سیلت تشکیل شده و آب‌های زیرزمینی آن‌ها در نتیجه‌ی پمپاژ افت کرده است. Parhizkar et al. (2014) به بررسی پدیده نشست زمین در جنوب دشت دامغان پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که نشست زمین عمدتاً در نقاطی رخ می‌دهد که اولاً آبخوان در سازندهای نرم و سست واقع شده و ثانیاً استحصال آب زیرزمینی از آن‌ها بی‌رویه و بیش از مقدار تغذیه آن‌ها در طول سال است. Hatami and Parvizi (2015)، به بررسی تاثیر افت سطح آب زیرزمینی بر نشست زمین در دشت ارسنجان واقع در استان فارس در سال آبی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ پرداختند. بر طبق نتایج به‌دست آمده، در کل منطقه به‌طور متوسط نشست زمین در فصل پاییز ۱۵ سانتی‌متر، در زمستان ۲/۷۹ سانتی‌متر، در بهار ۰/۷ سانتی‌متر در تابستان ۱۵/۱ سانتی‌متر و در کل سال آبی ۹۲-۹۱ میزان متوسط نشست خاک مجموعاً در کل منطقه ۷/۶۱ سانتی‌متر بوده است. KomakPanah (2007)، با توجه به نشست و گسیختگی زمین در دشت یزد-اردکان که به‌صورت نشست و ترک‌های بزرگ در سطح جاده‌ها و ساختمان‌های مسکونی و اداری، شکسته شدن لوله‌های آبرسانی و سوخت رسانی، کج شدن دکل‌های انتقال برق و باز شدن ترک‌ها در زمین‌های کشاورزی می‌باشد، به بررسی نحوه انتشار ترک‌ها و علل نشست زمین در منطقه پرداخت. نتایج نشان داد که یکی از علل نشست زمین افت سطح آب زیرزمینی در منطقه است.

از جمله مسایل مرتبط به فرونشست زمین می‌توان به تغییر سطح آب زیرزمینی و تغییر الگوی جریان‌های آب سطحی (Lofgern, 1979)، کاهش کیفیت آب و حتی در بعضی مناطق هجوم آب شور (Belitz & Phillips, 1995)، کاهش ضریب ذخیره سفره آب‌ها، تمرکز سیلاب در مناطق نشست کرده (Rudolph &

Archive of SID

www.SID.ir

(Frind, 1991)، گسیختگی لوله جدار چاه (Ortega-Guerrero et al., 1999)، تخریب ساختمان‌ها، سازه‌ها، مزارع و راه‌های مواصلاتی (Poland et al., 1972) اشاره کرد. برطبق آمار برداری صورت گرفته توسط Johnson (1991) تخمین اولیه‌ای از هزینه خسارات یا هزینه‌های جبرانی ناشی از نشست در دنیا به چند میلیارد دلار می‌رسد. عموم مهندسان توافق دارند که نرخی برای خروج آب‌های زیرزمینی وجود دارد که در آن کاهش فشار آب و فرونشست به موازنه می‌رسند. بنابراین، در این نرخ فرونشست رخ نمی‌دهد. به این سطح حداکثر نرخ برداشت قابل قبول MAWR[1] گفته می‌شود. تنها راه عملی برای جلوگیری از نشست زمین کنترل برداشت از منابع آب زیرزمینی می‌باشد و این امر در صورتی محقق می‌شود که آب مورد نیاز منطقه از یک منبع آب جایگزین تامین گردد.

Waren et al. (1975) به بررسی هزینه‌های خارجی نشست زمین از جمله هزینه‌های وارد شده به ساختمان-های مسکونی و تجاری، هزینه‌های وارد شده به زمین-های کشاورزی و بخش عمومی شامل جاده‌ها، پل‌ها در منطقه هوستون بیتون آمریکا پرداختند. در این تحقیق مجموع خسارت‌های فرونشست زمین در طی سال‌های ۱۹۶۹-۱۹۷۳ مبلغ ۲۴ میلیون دلار برآورد شد و مجموع کاهش ارزش اموال و دارایی‌ها ۵۰ میلیون دلار به‌دست آمد.

تاکنون تحقیقی در مورد برآورد هزینه‌هایی که برداشت آب‌های زیرزمینی می‌تواند به محیط‌زیست و اقتصاد وارد کند در ایران انجام نشده است. تنها به علل و ویژگی‌های فیزیکی پدیده فرونشست تاکید داشته‌اند. هدف از این پژوهش گسترش دادن تحقیقات قبل، شامل به‌حساب آوردن پیامدهای اقتصادی این پدیده، به‌وسیله‌ی برآورد کل هزینه‌های خارجی برداشت از سفره آب زیرزمینی در شهرستان اردکان است. در نتیجه، با برآورد کل هزینه‌های برداشت از آب‌های زیرزمینی و مقایسه‌ی آن با هزینه‌های انتقال آب، می‌توان انتقال آب از منبع آب جایگزین را انجام داد.

1. Maximum acceptable withdrawal rate

انتقال آب به منطقه می‌تواند موجب کاهش میزان برداشت و افزایش سطح آب‌های زیرزمینی شود که چه بسا در اثر این امر سطح سفره‌های آبی دشت که آب به آن‌ها انتقال یافته بالا آمده و موجب تقویت سفره‌های آبی، قنوات و حتی شیرین شدن خاک‌های شور و تقویت زمین‌های کشاورزی و در نهایت، موجب متوقف شدن فرونشت زمین در منطقه شود.

مواد و روش‌ها

هزینه‌های پمپاژ آخرین واحد از منبع شامل هزینه نهایی شخصی مصرف‌کنندگان و یک‌سری هزینه‌های اضافی ناشی از برداشت است. در نتیجه، جمع هزینه‌های نهایی پمپاژ آب شامل، هزینه‌های پمپاژ به‌علاوه هزینه‌های برداشت از آخرین واحد منبع می‌باشد. هزینه‌های برداشت بیش‌ازحد از منابع آب زیرزمینی محاسبه شده در این تحقیق شامل هزینه‌های کاهش تولید محصولات کشاورزی به‌دلیل افت سطح آب زیرزمینی است که به‌صورت بازاری قابل محاسبه است. اما افراد ارزشی را برای حفظ آب‌های زیرزمینی که خسارت‌هایی را از عوارض برداشت بیش‌ازحد آب متحمل می‌شوند، قایل هستند. میزان این ارزش نیز جزو هزینه‌های برداشت تلقی می‌شود(Waren et al., 1975).

مهم‌ترین دلیل برای انجام پژوهش به‌منظور برآورد هزینه‌های برداشت، برداشت آب زیرزمینی بیشتر از مقدار MAWR در منطقه است. این مقدار برداشت از آب زیرزمینی، حجم بحرانی آب (Q_c) نامیده می‌شود. هزینه‌های خارجی برداشت به Q_c مرتبط هستند وکل هزینه‌های پمپاژ آب از آبخوان به صورت رابطه‌ی (۱) بیان می‌شود (Waren et al., 1975).

$$TC_p = P_p.Q_d + P_x.Q_c \qquad (۱)$$

TC_p کل هزینه پمپاژ آب از آبخوان، P_p قیمت هر واحد آب زیرزمینی، P_x هزینه هر واحد برداشت از آب زیرزمینی، Q_d کل حجم آب پمپاژ شده است. Q_c به مقدار حجم آب پمپاژ شده مرتبط است. $Q_c = Q_d - MAWR$.

Archive of SID

www.SID.ir

با در نظر گرفتن آبدهی چاه و ساعت کارکرد سالیانه و درنتیجه، تخلیه سالیانه و مجموع هزینه‌های پمپاژ قیمت هر متر مکعب آب زیرزمینی محاسبه می‌گردد. در رابطه‌ی (۱)، اگر حجم کل آب پمپاژی کمتر یا مساوی MAWR باشد، Tc تنها شامل هزینه پمپاژ می‌شود.

$$T_c = P_p.Q_d$$

اگر حجم کل پمپاژ بزرگ‌تر از MAWR باشد، TC_p شامل هر دو هزینه، پمپاژ و هزینه‌های خارجی برداشت می‌شود. کل هزینه‌های خارجی مربوط به فرونشست نشان‌دهنده هزینه‌های اضافی است که به‌دلیل پمپاژ بیشتر از حجم بحرانی آب اعمال شده است. بنابراین، کل هزینه‌های خارجی توسط P_e هزینه هر واحد برداشت مربوط به آب زیرزمینی در مقدار Q_e حجم آب برداشت شده بیش از MAWR برآورد می‌شود.

معادله‌ی (۲) در صورت استفاده از منبع جایگزین است که در آن مقدار MAWR مربوط به آب زیرزمینی پمپ شده وQ_e مقدار آب گرفته شده از منبع جایگزین است (Waren et al., 1975).

$$TC_a = P_p.(MAWR) + P_a.Q_e \qquad (۲)$$

در اینجا، TC_a کل هزینه استفاده از آب زمانی که Q_eاز منبع سطحی به‌دست آمده باشد، P_aقیمت هر واحد آب از منبع سطحی است. حداقل هزینه بحرانی منبع آب را می‌توان با استفاده از رابطه‌ی بین کل هزینه‌های برداشت بیش‌ازحد از منبع زیرزمینی (TC_e)، و کل هزینه گرفتن حجم آب Q_e از منبع جایگزین (TC_0)، محاسبه کرد (Waren et al., 1975). اگر TC_0TC_e> باشد، پمپاژ ادامه می‌یابد چون هزینه کمتری برای منطقه دربر دارد. اگر $TC_0 = TC_e$ باشد، هزینه‌های دو منبع یکسان هستند و تفاوتی بین استفاده از آب زیرسطحی و جایگزین وجود ندارد. اگر TC_eTC_0> باشد، انتقال آب جایگزین به منطقه به‌دلیل هزینه کمتر صورت خواهد گرفت. در صورتی‌که MAWR، هزینه هر واحد آب زیرسطحی، آب سطحی و همه‌ی هزینه‌های شناخته شده‌ی برداشت مشخص باشد، حداقل هزینهQ_eبه آساتی قابل تعیین است. اما MAWR و هزینه‌های هر بخش برداشت نامشخص هستند. با این وجود، کل هزینه‌های برداشت بیش‌ازحد می‌تواند تخمین زده شود و برای رفع مشکل میزان آب بحرانی مناسب می‌توان تحلیل نقطه سربه‌سر را مورد استفاده قرار داد،که در آن کل هزینه آب برای هر دو منبع سطحی و زیرزمینی برابر است. حجم آب بحرانی سربه-سر (Q_{be}) از شرط برابری TC_0TC_e= ناشی شده است. موازنه‌ی مقدار آب بحرانی یعنی جایی که کل هزینه‌های برداشت برای هر دو منبع برابر می‌شود به صورت رابطه-ی (۳) است.

$$Q_{be} = \frac{TEC}{P_a + P_p} \qquad (۳)$$

در اینجا، TEC برابر است با کل هزینه‌های خارجی برداشت بیش‌ازحد از آب‌های زیرزمینی که از طریق $P_e.Q_e$ محاسبه می‌شود. P_p قیمت هر واحد آب زیرزمینی و P_a قیمت هر واحد آب سطحی می‌باشد.

در صورت مشخص بودن MAWR، برابری کل هزینه‌های مقدار آب مصرفی از هر دو منبع می‌تواند به-وسیله‌ی اضافه کردن Q_{be} به MAWR مقایسه گردد. از آنجا که MAWR نامشخص است و TEC نیز وابسته به سطح آب مصرفی (Q_d) است. یک روش جایگزین ارایه شده است که با کم کردن Q_{be} از کل آب مصرفی منطقه به‌دست می‌آید. این مقدار MAWR، نرخ سربه‌سری برداشت نامیده می‌شود BEWR[1]. برآورد BEWR اولین گام مهم برای مقایسه‌ی هزینه‌های پمپاژ با هزینه‌های گرفتن یک حجم متعادل آب از منبع جایگزین است. اگرQ_{be} کوچک‌تر از کل آب مصرفی منطقه باشد، ادامه پمپاژ از منبع زیرزمینی هزینه کمتری دارد. اگر Q_{be} بزرگ‌تر از کل آب مصرفی منطقه باشد، آب سطحی هزینه کمتری دارد و انتقال انجام می‌شود. اگر با هم برابر باشند، هزینه‌های دو منبع با توجه به هزینه‌های خارجی و داخلی مشابه خواهند بود.

برآورد ارزش حفاظتی آب‌های زیرزمینی

برای برآورد هزینه‌های غیربازاری نشست زمین به منظور بررسی ارزش حفاظتی آب‌های زیرزمینی (چاه،

1. Break-even withdrawal rate

Archive of SID

www.SID.ir

قنات، چشمه) شهرستان اردکان، از روش ارزش‌گذاری مشروط و پرسشنامه گزینش دوگانه دوبعدی استفاده شده است. در ارزش‌گذاری مشروط تمایل به پرداخت افراد برای حفظ و یا تغیری مثبت در وضع موجود، با تمایل به دریافت آن‌ها برای جبران از دست دادن یک منفعت زیست‌محیطی، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این روش، مستقیماً با افراد در مورد میزان مبلغی که تمایل به پرداخت برای استفاده یا حفاظت از کالاهای طبیعی دارند سؤال می‌شود. این مبلغ ارزشی را نشان می‌دهد که افراد برای آن کالای طبیعی تعیین می‌کنند. واژه‌ی مشروط در ارزش‌گذاری مشروط به این دلیل است که در این روش برای کالای زیست‌محیطی که بازاری برای آن وجود ندارد یک بازار فرضی ایجاد می‌شود. پس از ایجاد این بازار فرضی از طریق مصاحبه با پاسخ‌دهندگان در مورد تمایل به پرداخت آن‌ها سؤال شده، از این طریق تمایل به پرداخت افراد برآورد می‌گردد. به‌غیر از تمایل به پرداخت و تمایل به قبول، می‌توان بررسی‌هایی در مورد تعیین دیگر موارد مربوطه مانند میزان درآمد پاسخ‌دهنده، میزان تحصیلات، سن، جنسیت، تعداد افراد خانواده و نحوه آشنایی با منطقه مورد نظر و غیره انجام داد (Fattahi et al., 2014).

برای تعیین مدل جهت اندازه‌گیری WTP[1] فرض شده که فرد مبلغ پیشنهادی برای تعیین ارزش‌های غیربازاری یک منبع طبیعی را بر اساس ماکزیمم کردن مطلوبیت خود تحت شرایطی می‌پذیرد، یا آن‌را به‌طور دیگری رد می‌کند:

$$U(1.Y - B;S) + \varepsilon_1 \geq U(0.Y;S) + \varepsilon_0 \qquad (۴)$$

در رابطه‌ی(۴) U مطلوبیت غیر مستقیم است که فرد به‌دست می‌آورد. Y و A به‌ترتیب درآمد فرد و مبلغ پیشنهادی، S دیگر ویژگی‌های اجتماعی-اقتصادی که تحت تأثیر سلیقه فردی می‌باشد. ε_1وε_0 متغیرهای تصادفی با میانگین صفر که به‌طور برابر و مستقل توزیع شده‌اند، می‌باشد. تفاوت مطلوبیت ΔU می‌تواند به صورت رابطه‌ی (۵) توصیف شود:

$$\Delta U = U(1.Y - B;S) - U(0.Y;S) + (\varepsilon_1 - \varepsilon_0) \qquad (۵)$$

چنانچه تفاضل مطلوبیت ΔU بزرگ‌تر از صفر باشد پاسخ‌دهنده مطلوبیت خود را با بلی گفتن و موافقت با پرداختن مبلغی برای به‌دست آوردن کالا حداکثر می‌کند. درنتیجه، هر پاسخ‌دهنده با یک پاسخ صفر یا یک مواجه خواهد بود. همان‌طور که در بالا نیز به آن اشاره گردید عواملی که این پاسخ بلی یا خیر را تحت تأثیر قرار می‌دهند، B، Y و S می‌باشند. در نتیجه، الگوی اقتصاد سنجی متغیر وابسته‌ی آن یک یا صفر می‌باشد قابل بحث خواهد بود. یکی از پرکاربردترین الگوهای کیفی مورد استفاده در مطالعات ارزش‌گذاری، استفاده از الگوی رگرسیونی لوجیت است که دارای توزیع لوجستیک می‌باشد. این الگو در رابطه (۶) نشان داده شده است (Judge et al., 1988).

(۶)

$$P_i = pr(Y_t = 1) = F(X_i'\beta) = \frac{1}{1+exp(X_i'\beta)}$$

چنانچه توزیع احتمال تجمعی du که احتمال پذیرش پیشنهاد را نیز نشان می‌دهد به‌صورت F(du) تعریف گردد؛ برای برآورد میانگین WTP (امید ریاضی WTP) در روش های استخراج انتگرال معین توزیع احتمال تجمعی محاسبه می‌شود (Hadker et al., 1997).

(۷)

$$E(WTP) = \int F(dU)dA = \int \frac{1}{1+\exp(-X_i'\beta)} d\hat{X}$$

مقدار انتظاری WTP به‌وسیله انتگرال گیری عددی در محدوده صفر تا بالاترین پیشنهاد محاسبه می‌شود.

برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نظر ابتدا پرسشنامه-ای تهیه گردید و پس از تکمیل پیش‌آزمون (۴۰ عدد پرسشنامه)، میانگین و انحراف معیار پیشنهادها محاسبه شد. سپس، با استفاده از روش Mitchell and Carson (1989) تعداد نمونه‌ها ۴۰۰ عدد تعیین گردید.

$$n = \left[\frac{t * \hat{\delta}}{d * RWTP}\right]^2 = \left[\frac{t * \hat{\delta}}{d}\right]^2 \qquad (۸)$$

1. Willingness to pay

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن n حجم نمونه، t مقدار آماره‌ی t-student، RWTP مقدار WTP برآورد شده و درصد اختلاف RWTP از TWTP است. مقدار d توسط محقق تعیین می‌گردد و نشان می‌دهد که چند درصد انحراف از مقدار واقعی WTP برای محقق قابل قبول است.

میانه‌ی پیش پرسشنامه ۱۳۰۰۰ تومان به‌دست آمد، که نصف آن کمترین مبلغ پیشنهادی و دو برابر آن به‌عنوان بالاترین مبلغ پیشنهادی تعیین گردید. در مرحله پایانی با توجه به سطح زیرکشت و جمعیت هر منطقه به صورت تصادفی تعداد ۳۰۰ پرسشنامه در بخش مرکزی و ۵۰ پرسشنامه در هرکدام از بخش‌های خرانق و عقدا توزیع گردید.

برآورد هزینه‌های کاهش تولید

به‌منظور برآورد درآمدهای از دست رفته درنتیجه‌ی کاهش سطح زیرکشت محصولات کشاورزی، سالی که دارای بیشترین سطح زیرکشت محصول مورد نظر بوده و به علت افت سطح آب‌های زیرزمینی با توجه به آمارهای موجود و تحقیق میدانی از کشاورزان از میزان سطح زیرکشت آن محصول در سال‌های بعد کاسته شده است، به‌عنوان سال مبنا در نظر گرفته می‌شود و سطح زیر-کشت سال‌های دیگر به ترتیب از آن کسر می‌گردد. با ضرب کسری سطح زیرکشت هر سال نسبت به سال مبنا، در متوسط تولید محصول در آن سال، میزان کاهش تولید نسبت به سال مبنا مشخص می‌شود. رابطه‌ی (۸) نحوه‌ی محاسبه‌ی کاهش تولید در هر سال را نشان می‌دهد.

$$F_i = (Y - Y_i) * D_i \qquad (۹)$$

در رابطه‌ی (۸) F_i میزان کاهش تولید در سال i، Y میزان سطح زیرکشت سال مبنا، Y_i میزان سطح زیرکشت سال i و D_i متوسط عملکرد محصول در سال i را نشان می‌دهد.

برای محاسبه‌ی درآمد ازدست‌رفته به ازاء کاهش تولید در هر سال، میزان کاهش تولید هر سال در قیمت هر واحد محصول ضرب می‌گردد. رابطه‌ی (۹) میزان درآمد ازدست‌رفته را نشان می‌دهد.

$$R_i = F_i * P \qquad (۱۰)$$

در رابطه‌ی (۹) R_i میزان درآمد از دست رفته در سال i، F_i میزان کاهش تولید در سال i و p قیمت هر واحد را نشان می‌دهد. به‌منظور برآورد میزان درآمد از دست رفته یا به عبارتی، هزینه‌های کاهش تولید در زمان حال، میزان قیمت هر واحد محصول، قیمت زمان حال در نظر گرفته می‌شود. با جمع تمامی هزینه‌های کاهش تولید در هر سال نسبت به سال مبنا، میزان کل هزینه‌ی کاهش تولید بر اثر افت سطح آب‌های زیرزمینی به‌دست می‌آید.

برآورد هزینه‌های حفرچاه

به‌منظور برداشت از آب‌های زیرزمینی نیاز به حفر چاه و پمپاژ آب به سطح است. درنتیجه، هزینه‌های برداشت از آب‌های زیرزمینی شامل مجموع هزینه‌های حفر چاه و هزینه‌های پمپاژ می‌باشد. حفر یک حلقه چاه شامل مرحله تجهیز و برچیدن کارگاه، حفاری چاه (دستی، ضربه‌ای، دورانی، دورانی ضربه‌ای)، تهیه و نصب لوله، آزمایش و عملیات صحرایی، کارهای متفرقه، کارهای دستمزدی و هزینه‌های بالاسری می‌باشد. مجموع هزینه‌های اجرایی مراحل ذکر شده، هزینه حفر یک حلقه چاه است.

برآورد هزینه‌های پمپاژ

هزینه‌های پمپاژ سالیانه برای یک حلقه چاه شامل برق مصرفی یا گازوئیل، دستمزد میرآب و متصدی چاه، تعمیرات و نگهداری، روغن، قطره‌چکان و حق النظاره آب منطقه‌ای می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج مدل لوجیت برای برآورد ارزش حفاظتی آب-های زیرزمینی از دید شهروندان شهرستان اردکان در جدول (۱) آورده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- نتایج برآورد مدل لوجیت

متغیر	ضرایب	ارزش آماره t	کشش در میانگین	اثرنهایی
عرض از مبدأ	−۱۵/۶	−۸/۴۶**	-	-
پیشنهاد(تومان)	−۰/۰۱۱	−۶/۷**	−۰/۰۹۴	−۰/۰۰۰۵۷
اعضای خانوار	−۰/۳	−۲/۹۲**	−۰/۰۴۹	−۰/۰۱۴
تحصیلات	۰/۱۷	۵/۳۴**	۰/۰۹۸	۰/۰۰۸
کشاورز غیرکشاورز	−۱/۰۹	−۲/۴*	−۰/۰۳۶	−۰/۰۵۳
درآمد	۰/۰۰۰۰۰۰۸۶	۶/۸۷**	۰/۲۶	۰/۰۰۰۰۰۰۰۷
شاخص توسعه‌ای	۰/۳۳	۴/۱۳**	۰/۲۱	۰/۰۱۶
شاخص زیست‌محیطی	۰/۷۸	۷/۲**	۰/۵۳	۰/۰۳۸
شاخص مسئولیت پذیری	۰/۱۷	۱/۹۹*	۰/۰۲۳	۰/۰۱
درصد صحت پیش‌بینی			۰/۸۴	
R^2 مادالا			۰/۴۶	
R^2 مک فادان			۰/۴۷	
آماره حداکثر درست‌نمایی			۵۰۰	

*معناداری در سطح ۵ درصد، **معناداری در سطح یک درصد را نشان می‌دهد.

ماخذ: یافته های تحقیق

باتوجه به جدول (۱) تمام متغیرها علامت مورد انتظار را داشته و معنی‌دار شده‌اند. به‌عبارتی، تمام خصوصیات افراد اختلاف معنی‌داری بین درصد احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی ایجاد می‌کنند.

نتایج برآورد مدل لوجیت بیانگر آن است که متغیر پیشنهاد از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شده است و علامت آن مطابق انتظار است. علامت منفی ضریب پیشنهاد نشان‌دهنده این است که با افزایش قیمت پیشنهادی احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی از سوی افراد کاهش می‌یابد. بر اساس کشش وزنی این متغیر با افزایش یک درصدی قیمت پیشنهادی، احتمال پذیرش مبالغ پیشنهادی ۰/۰۹ درصد کاهش پیدا می کند. با توجه به اثر نهایی متغیر پیشنهاد، افزایش ۱۰۰۰ ریالی در قیمت احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی را ۰/۵ واحد کاهش می‌دهد.

ضریب تعداد اعضای خانوار از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شده است و علامت منفی آن حاکی از آن است که با افزایش تعداد خانوار، احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی کاهش می‌یابد، که با آنچه مورد انتظار است هم‌خوانی دارد. بر اساس کشش وزنی این متغیر، افزایش یک درصدی در تعداد اعضای خانوار احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی ۰/۰۴۹ درصد کاهش می‌یابد. اثر نهایی این متغیر نشان‌دهنده این موضع است که با افزایش یک نفر به اعضای خانوار، احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی ۰/۰۱۴ واحد کاهش خواهد یافت.

ضریب متغیر رتبه‌ای تحصیلات در سطح یک درصد معنی‌دار شده است. علامت مثبت ضریب متغیر نشان می‌دهد اگر سطح تحصیلات پاسخگویان افزایش یابد احتمال قبول پیشنهاد افزایش می‌یابد. با توجه به برآورد کشش این متغیر، با افزایش یک رتبه‌ای در تحصیلات احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی ۰/۰۹۸ درصد افزایش خواهد یافت. باتوجه به اثرنهایی متغیر، افزایش یک رتبه‌ای در تحصیلات احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی را ۰/۰۰۸ واحد افزایش می‌دهد.

ضریب متغیر کشاورز غیرکشاورز در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است. علامت منفی ضریب متغیر نشان می‌دهد که کشاورزان تمایل به پرداخت بیشتری نسبت به سایر مشاغل دارند. به‌عبارتی، احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی توسط کشاورزان ۰/۰۵ واحد بیشتر از مشاغل دیگر است.

ضریب درآمد افراد پاسخگو در سطح یک درصد معنی‌دار شده است و علامت مثبت آن با آنچه مورد انتظار است مطابقت داشته و نشان‌دهنده‌ی افزایش احتمال پذیرش در تمایل به پرداخت جهت حفاظت از آب‌های زیرزمینی به‌منظور جلوگیری از نشست، همراه با افزایش درآمد است. طبق کشش وزنی این متغیر افزایش یک درصدی در درآمد پاسخگویان، احتمال

Archive of SID

www.SID.ir

پذیرش مبلغ پیشنهادی را ۰/۲۶ درصد افزایش می‌دهد. بر اساس اثر نهایی آن با افزایش یک میلیون ریالی در درآمد، احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی ۰/۰۷ واحد افزایش خواهد یافت.

ضریب شاخص توسعه‌ای در سطح یک درصد معنی-دار شده است. علامت مثبت آن نشان می‌دهد افرادی که با برداشت بیش‌ازحد آب‌های زیرزمینی به هر نحو مخالف هستند، تمایل به پرداخت بیشتری دارند. با توجه به اثر نهایی، اگر شاخص گرایش توسعه‌ای افراد به اندازه یک واحد بیشتر شود (مثلاً در طیف لیکرت تبدیل ۴ به ۵) احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی به اندازه ۰/۰۱۶ واحد افزایش می‌یابد.

ضریب شاخص زیست‌محیطی در سطح یک درصد معنی‌دار است. علامت مثبت آن حاکی از این است افرادی که تمایل بیشتری به حفظ آب‌های زیرزمینی به-منظور جلوگیری از پیامدهای آتی برداشت بیش‌ازحد از آب‌های زیرزمینی دارند، دارای تمایل به پرداخت بیشتری نیز هستند. با توجه به اثر نهایی، اگر شاخص گرایش زیست‌محیطی فردی به اندازه یک واحد افزایش یابد احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی ۰/۰۳۸ واحد بیشتر می‌شود.

ضریب شاخص مسئولیت‌پذیری در سطح ۵ درصد معنی‌دار شده است و علامت مثبت آن حاکی از افزایش پذیرش احتمال مبلغ پیشنهادی توسط افراد مسئولیت پذیرتر می‌باشد. با توجه با اثر نهایی این شاخص، افزایش یک واحدی به این شاخص احتمال پذیرش مبلغ پیشنهادی ۰/۰۱ واحد افزایش می‌یابد.

ضریب مک فادان و مادالا نشان می‌دهد که متغیرهای توضیحی مدل به خوبی متغیر وابسته مدل را توضیح می‌دهند. درصد پیش‌بینی صحیح در مدل برآوردی ۸۴ درصد است. بنابراین، مدل برآورد شده توانسته است درصد قابل قبولی از مقادیر وابسته را با توجه به متغیرهای توضیحی پیش‌بینی نماید. به‌عبارتی، ۸۴ درصد از پاسخ‌گویان، تمایل به پرداخت پیش‌بینی بله یا خیر را با ارایه‌ی نسبتی کاملاً مناسب با اطلاعات، به درستی اختصاص داده‌اند.

پس از برآورد مدل لوجیت میانگین تمایل به پرداخت با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی، به وسیله انتگرالگیری عددی در محدوده صفر تا مبلغ پیشنهاد بیشینه، به‌صورت رابطه (۱۰) محاسبه گردید.

(۱۱)

$$E(WTP) = \int_0^{max} \left[\left(\frac{1}{1+\exp(-a+bx)}\right)\right] dBID = 245500$$

میانگین تمایل به پرداخت پاسخ‌گویان ۲۴۵,۵۰۰ ریال برآورد گردید که با ضرب این مبلغ در میانگین بعد خانوار، ارزش حفاظتی آب‌های زیرزمینی از دید هر خانوار شهرستان اردکان میزان ۷۷۸,۲۳۰ ریال برآورد شد. به این منظور که هزینه خسارت برداشت بیش‌ازحد از دید هر خانوار به این میزان است. با توجه به ۲۸۲۱۶ هزار خانوار ساکن در شهرستان اردکان میزان کل هزینه مبلغ ۲۱,۹۵۸,۶۷۸,۷۶۰ ریال محاسبه گردید.

دو محصول عمده ای که با افت سطح آب‌های زیرزمینی از میزان سطح زیر کشت آن‌ها کاسته شده است عبارتند از: انار و یونجه که با بررسی میزان سطح زیرکشت این دو محصول در بازه‌ی زمانی ۳۰ ساله به علت نبود آمار بیشتر، از ۱۳۶۶-۱۳۹۵، میزان کاهش تولید آن‌ها محاسبه گردید.

بیشترین سطح زیرکشت انار ۹۹۰ هکتار و یونجه ۵۹۰ هکتار بوده است که برای هر دو محصول در سال ۱۳۶۶ به ثبت رسیده است. در نتیجه، برای محاسبه‌ی کاهش تولید، سال ۱۳۶۶ به عنوان سال مبنا قرار گرفت. رابطه‌ی (۱۱) میزان کاهش تولید محصول انار در سال ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد.

$$F_{95} = (990 - Y_{95}) * D_{95} = 2323650 \qquad (۱۲)$$

در رابطه‌ی (۱۱) F_{95} میزان کاهش تولید محصول انار در سال ۱۳۹۵ را نسبت به سال ۱۳۶۵ نشان می‌دهد. با توجه به میزان سطح زیرکشت انار در سال ۱۳۹۵ Y_{95}، و میزان متوسط عملکرد محصول انار در آن سال D_{95}، میزان کاهش تولید ۲,۳۲۳,۶۵۰ کیلوگرم به-دست آمد. بدین معنی که اگر تولید با همان سطح زیرکشت سال ۱۳۶۶ ادامه داشت، میزان ۲,۳۲۳,۶۵۰ کیلوگرم به تولید سال ۱۳۹۵ افزوده می‌شد. برای محاسبه‌ی میزان درآمد از دست رفته در سال ۱۳۹۵ رابطه‌ی (۱۲) مورد استفاده قرار گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

$$R_{95} = F_{95} * P = 92946000000 \quad (۱۳)$$

در رابطه‌ی (۱۲) R_{95} میزان درآمد از دست رفته در سال ۱۳۹۵، F_{95} میزان کاهش تولید محصول انار در سال مبنا و P قیمت محصول انار برحسب کیلوگرم در سال ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد. با توجه به قیمت ۴۰۰۰۰ ریالی محصول انار در سال مبنا، میزان درآمد از دست رفته‌ی محصول انار در سال ۱۳۹۵ مبلغ ۹۲,۹۴۶,۰۰۰,۰۰۰ ریال به‌دست آمد. مجموع درآمدهای از دست رفته و یا به‌عبارتی، هزینه‌های تحمیل شده به محصول انار در بازه‌ی زمانی ۳۰ ساله از ۱۳۶۶-۱۳۹۵ مبلغ ۹۴۷,۱۶۴,۰۰۰,۰۰۰ ریال محاسبه گردید.

به شیوه‌ی مشابه، هزینه‌ی کاهش تولید برای محصول یونجه نیز محاسبه شد. با توجه به متوسط قیمت ۷۰۰۰ ریالی یونجه در سال مبنا، مجموع هزینه‌های کاهش تولید از سال ۱۳۶۶-۱۳۹۵ مبلغ ۲۶۴,۱۹۶,۸۰۰,۰۰۰ ریال محاسبه گردید.

هزینه‌ی حفر یک حلقه چاه به عمق ۲۰۰ متر با توجه به فهرست بهای واحد رشته چاه سال ۱۳۹۶ در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲- هزینه‌ی حفر یک حلقه چاه به عمق ۲۰۰ متر

مراحل اجرا	هزینه واحد	هزینه کل
حفاری و نصب لوله آهنی مشبک	۱۵۰۰۰۰۰	۳۸۳۰۰۰۰۰۰
لوله جدار	۱۳۰۰۰۰۰	۲۶۰۰۰۰۰۰۰
نصب و بیرون کشیدن موتور پمپ ازمایشی	۱	۴۸۰۰۰۰۰۰
هزینه برق (پمپ، موتور شناور،کابل)	۷۵ اسب بخار	۳۰۰۰۰۰۰۰۰
ساخت موتورخانه (۲*۳)	۱	۷۰۰۰۰۰۰
هیزنه های متفرقه و بالاسری و دستمزدی	۶۰۰۰۰۰	۲۰۰۰۰۰۰۰
مجموع		۱۰۱۸۰۰۰۰۰۰

ماخذ: آب منطقه ای یزد

با توجه به جدول، حفاری و نصب لوله آهنی مشبک برای هر متر ۱/۵ میلیون ریال است. با احتساب هزینه‌های تجهیز و برچیدن کارگاه مجموع هزینه‌ها مبلغ ۳۸۳ میلیون ریال است. هزینه لوله جدار با توجه به ۱/۳ میلیون ریال برای هر متر، مبلغ ۲۶۰ میلیون ریال می‌باشد. تهیه، نصب و بیرون کشیدن موتور پمپ آزمایشی برای هر چاه مبلغ ۴۸ میلیون ریال می‌باشد. حق انشعاب یا امتیاز برق، ترانس هوایی، شبکه فشار متوسط، کنتور و لوازمات اندازه‌گیری برق، موتور شناور و ساخت موتورخانه در مجموع ۳۰۷ میلیون ریال است. مجموع هزینه‌های متفرقه و هزینه‌های بالاسری و هزینه‌های دستمزدی مبلغ ۲۰ میلیون ریال است. در نتیجه، با جمع کلیه هزینه‌های ذکر شده هزینه‌ی حفر یک حلقه چاه با عمق ۲۰۰ متر مبلغ ۱۰۱۸ میلیون ریال به‌دست آمد. شهرستان اردکان دارای۱۹۷ حلقه چاه کشاورزی و ۸۸ حلقه چاه با کاربردهای دیگر از جمله خدمات، فضای سبز، دامداری، مرغداری، صنعتی و کویرزدایی است. با توجه به ۲۸۵ حلقه چاه موجود در شهرستان اردکان مجموع هزینه‌های حفر چاه مبلغ ۲۹۰,۱۳۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال محاسبه شد.

هزینه‌های پمپاژ به‌صورت میدانی و با مصاحبه از کشاورزان به‌دست آمده است. اکثر چاه‌های کشاورزی شش ماه در سال روشن و شش ماه خاموش هستند. جدول (۳) هزینه‌ی پمپاژ یک حلقه چاه، با موتور پمپ شناور ۷۵۰ اسب بخار را نشان می‌دهد.

جدول ۳- هزینه‌ی پمپاژ یک حلقه چاه با پمپ شناور

ردیف هزینه‌ها	میزان هزینه سالیانه (ریال)
دستمزد میراب و متصدی چاه	۷۰۰۰۰۰۰۰
برق مصرفی	۴۰۰۰۰۰۰۰
تعمیرات و نگهداری	۱۱۰۰۰۰۰۰۰
مجموع	۲۲۰۰۰۰۰۰۰

ماخذ: آب منطقه ای یزد

با توجه به جدول دستمزد میرآب و متصدی چاه با در نظر گفتن دستمزد ماهیانه ۱۰۰۰-۱۳۰۰ هزار در ماه و کارکرد شش ماهه‌ی چاه، سالیانه مبلغ ۷۰ میلیون ریال است. مجموع هزینه‌های پمپاژ با وجود ۲۸۵ حلقه

Archive of SID

www.SID.ir

چاه موجود در شهرستان اردکان مبلغ ۶۲,۷۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال محاسبه گردید.

جدول (۴) مجموع هزینه‌های برداشت از آب‌های زیرزمینی شهرستان اردکان را نشان می‌دهد.

جدول ۴- مجموع هزینه‌های برداشت

هزینه‌ها	هزینه کل (ریال)
هزینه کاهش تولید محصولات کشاورزی (۳۰ ساله)	۱,۲۱۱,۳۶۰,۸۰۰,۰۰۰
هزینه حفر چاه	۲۹۰,۱۳۰,۰۰۰,۰۰۰
هزینه پمپاژ (سالیانه)	۶۲,۷۰۰,۰۰۰,۰۰۰
هزینه‌های برداشت از دید شهروندان (سالیانه)	۲۱,۹۵۸,۶۷۸,۷۶۰
مجموع	۱,۵۸۶,۱۴۹,۴۷۸,۷۶۰

ماخذ: یافته ای تحقیق

با توجه به جدول، مجموع هزینه‌های برداشت بیش-ازحد آب‌های زیرزمینی شهرستان اردکان مبلغ ۱۵۸۶ میلیارد ریال برآورد گردید.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مطالعه حاضر پیامدهای اقتصادی و زیست-محیطی برداشت بیش‌ازحد از آب‌های زیرزمینی شهرستان اردکان مورد برآورد قرار گرفت. هزینه‌های پمپاژ آخرین واحد از منبع آب زیرزمینی شامل هزینه نهایی شخصی مصرف‌کنندگان و یک‌سری هزینه‌های اضافی ناشی از برداشت است. در نتیجه، جمع هزینه‌های نهایی پمپاژ آب شامل، هزینه‌های پمپاژ به‌علاوه هزینه‌های برداشت از آخرین واحد منبع است. مجموع هزینه‌های حفر چاه و پمپاژ، هزینه‌ی‌های پمپاژ یا هزینه‌های شخصی مصرف‌کنندگان را تشکیل می‌دهد. مجموع هزینه‌های حفر چاه با توجه به ۲۸۵ حلقه چاه حفر شده در شهرستان مبلغ ۲۹۰,۱۳۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال به‌دست آمد. مجموع هزینه‌های پمپاژ با وجود ۲۸۵ حلقه چاه موجود در شهرستان اردکان مبلغ ۶۲,۷۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال محاسبه گردید. هزینه‌های برداشت شامل هزینه‌های کاهش تولید محصولات کشاورزی، هزینه‌ی کاهش ارزش وجودی آب های زیرزمینی و هزینه‌ی خسارات وارد شده به ساختمان‌ها می‌باشد. هزینه‌ی کاهش تولیدات محصولات کشاورزی از سال ۱۳۶۶-۱۳۹۵ مبلغ ۱,۲۱۱,۳۶۰,۸۰۰,۰۰۰ ریال برآورد گردید. مجموع ارزش حفاظتی نیز سالیانه مبلغ ۲۱,۹۵۸,۶۷۸,۷۶۰ ریال برآورد گردید. در شهرستان اردکان سالیانه ۶۳,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال برای پمپاژ از منابع آب زیرزمینی هزینه می‌شود. براساس نتایج این تحقیق خسارت سالیانه ناشی از این پمپاژ معادل ۱۴۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ ریال برآورد گردیده است که از این میزان، مبلغ ۱۲۰,۰۰۰ میلیون ریال مربوط به هزینه‌های کاهش تولید و ۲۲,۰۰۰ میلیون ریال مربوط به هزینه‌های برداشت از دید شهروندان است. به بیان دیگر، هزینه‌های اضافی برداشت به مراتب بیش از هزینه‌های پمپاژ می‌باشد. این مقدار هزینه در حالی است که خسارت وارده به ساختمان‌ها به دلیل نبود آمار در ردیف هزینه‌های اضافی برداشت لحاظ نشده است. تنها راه اساسی و اصولی جهت جلوگیری از عواقب خطرناک افت سطح ایستایی و کاهش کمیت و کیفیت منابع آب زیرزمینی، مصرف درست و قانونمند آب و جلوگیری از برداشت بی‌رویه آب‌های زیرزمینی می‌باشد. براساس نتایج این تحقیق، ارزش حفاظتی آب‌های زیرزمینی ۲۲ میلیارد ریال در سال برآورد شده است. بنابراین، حداقل سرمایه‌گذاری به اندازه ۲۲ میلیارد ریال در سال به‌منظور حفظ آب می‌توان انجام داد. این سرمایه می‌تواند در آینده نیز مورد استفاده قرار گیرد. به‌عبارتی، می‌توان با این رقم امکانات حفظ و عدم برداشت بیش‌ازحد را فراهم نمود. میزان تمایل به پرداخت افراد برای حفظ آب‌های زیرزمینی در ۷ سال گذشته به یک میزان بوده است. این عدم تغییر نشان از ناآگاهی افراد از وضعیت نامطلوب منابع آب زیرزمینی دارد. بنابراین، می‌توان با آگاه‌سازی افراد به وسیله‌ی نصب بیلبوردهای شهری و توزیع بروشور، زمینه افزایش تمایل به پرداخت را فراهم آورد. با توجه به اثر مثبت و معنی‌دار سطح تحصیلات و شاخص مسئولیت‌پذیری افراد در میزان تمایل به پرداخت برای حفاظت از آب-های زیرزمینی توصیه می‌شود با فراهم کردن زمینه‌های آموزشی و آگاهی شهروندان بویژه در افراد با سطح تحصیلات پایین، شناخت و سطح مسئولیت پذیری افراد از پیامدهای برداشت بیش‌ازحد از آب‌های زیرزمینی را

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش داده، و شرایط مساعدتری جهت افزایش تمایل به پرداخت و همچنین حفظ آب‌های زیرزمینی فراهم آورده شود.

مجموع هزینه‌ی برداشت از آب‌های زیرزمینی شهرستان اردکان ۱۵۸۶ میلیارد ریال برآورد گردید. با مقایسه‌ی آن با هزینه‌های انتقال آب جایگزین می‌توان انتقال آب به منطقه را توجیه کرد. اما با توجه به ۳۶۶۲ میلیون مترمکعب کسری مخزن در ۳۰ سال گذشته و کاهش کیفیت آب زیرزمینی، انتقال آب به منطقه جدا از هزینه‌های آن لازم و ضروری خواهد بود.

REFERENCES

1. Belitz, K. & Phillips, S. P. (1995). Alternatives to agricultural drains in California's San Joaquin Valley: Results of a regional-scale hydro geologic approach. *Water Resources Research*, 31(8), 1845-1862.
2. Fattahi Ardakani, A. (2016). Estimating willingness to pay in order to prevent external intangible effects of dust in Yazd-Ardakan plain. International *Journal of Environmental Science and Technology*, 13(6), 1489-1496.
3. Fattahi Ardakani, A. Alavi, C. & Arab, M. (2017). The comparison of discrete payment vehicle methods (dichotomous choice) in improving the quality of the environment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(7), 1409–1418.
4. Fattahi Ardakani, A. Nasrolahi, Z. & Por Abdolahi, F. (2014). An Estimation of Groundwater Economical Value, Case Study: Anar Taft Garden, Yazd Province. *International Journal of Analytical Research on Water Resources and Development*, 3, 135-142. (In Farsi).
5. Hadker, N., Sharma, S., David, A. & Muraleedharan, T. R. (1997). Willingness-to-Pay for Borivil National Park: Evidence from a Contingent Valuation. *Ecological Economics*, 21, 105-122.
6. Hatami, F. & Parvizi, M. (2015). Investigating the Effect of Underground Water Damage on Ground Sediment (Case Study: Arsanjan Plain). *Second National Conference on Soil Mechanics and Engineering*. (In Farsi)
7. Johnson, C. C. (1991). The Oil Pollution Act of 1990: A Long Time Coming. *Fordham Environmental Law*, 2, 59-77
8. Judge, G. G. Hill, R. C. Griffiths, W. Lutkepohl, H. & Lee, T. C. (1988). *The Theory and Practice of Econometrics*. 2nd edition, Wiley, New York, USA.
9. Komak Panah, A. (1386). Study of the causes of the disruption of land on the roads of Yazd-Ardakan plain. *Transportation Research Journal*, 4(2). (In Farsi)
10. Leake, S. A. (2001). *Land subsidence from ground water pumping*. US Geological Survey.
11. Lofgren, B. E. (1979). Changes in aquifer-system properties with groundwater depletion, *Proceeding of International Conference on Evaluation and Prediction of Land Subsidence, Pensacola.* American Society of Civil Engineers, 26-46.
12. Ortega-Guerrero, A. Rudolph, D. L. & Cherry, J. A. (1999). Analysis of long-term land subsidence near Mexico City: Field investigations and predictive modeling. *Water Resources Research*, 35(11), 3327–3341.
13. Pacheco, J. Arzate, j. Rojas, E. Arroyo, M. Yutsis, V. & Ochoa, G. (2006). Delimitation of ground failure zones due to land subsidence using gravity data and finite element modeling in the Querétaro valley, México. *Engineering Geology*, 84 (3–4), 143-160.
14. Parhizkar, p. Ajdari, h. Imam Gholizadeh, p. & Kazemi, Gh. (2014). Investigating the phenomenon of land gathering in the south of Damghan plain. *Second National Conference on Water Crisis (Climate Change, Water and Environment).* (In Farsi)
15. Poland, J. F. Lofgren, B. E. Ireland, R. L. & Pugh, R. G. (1972). Land subsidence in the San Joaquin Valley, California. *Geological Survey Professional Paper*, 437-H
16. Pool, D. R. (1992). *Simulation of Transient Ground Water Flow and Land Subsidence in the Picacho Basin*, centeal arizona. USGS.
17. Rudolph, D. L. & Frind, E. O. (1991). Hydraulic response of highly compressible aquitards during consolidation. *Water Resources Research*, 27(1), 17–30.
18. Waren, J. P. Jones, L. L. Lacewell, R. D. & Griffin, W. L. (1975). External Costs Of Land Subsidence in the Houston-Baytown Area. Am. J. agr. Econ. PP:450-455.

Archive of SID

www.SID.ir