

# محاسبه هزینه‌های جنبی آبکشی بیش از حد از منابع آب زیرزمینی مطالعه موردی شهرستان رفسنجان

محمد عبدالهی عزت آبادی و غلامرضا سلطانی

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد بخش اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز

تاریخ پذیرش مقاله ۱۶/۱۰/۷۷

## خلاصه

مسئله‌ای که همواره بین اقتصاد دانان منابع طبیعی وجود داشته است، درونی کردن هزینه‌های جنبی، یعنی چگونگی اندازه‌گیری و دریافت این هزینه‌ها از ایجادکنندگان آن می‌باشد. در مطالعه فعلی سعی شده است تا حد امکان هزینه‌های جنبی آبکشی از منابع آب زیرزمینی در شهرستان رفسنجان محاسبه شود. برای این منظور توابع مختلفی با استفاده از روش اقتصاد سنجی برآورد گردید تا اینکه بوسیله آن هزینه‌های جنبی در سالهای آتی پیش بینی شود. نتایج نشان می‌دهد که در حال حاضر حدود ۲۴ درصد از کل هزینه‌های آبکشی را هزینه‌های جنبی تشکیل می‌دهد و سهم این هزینه‌ها در سالهای آینده بطور چشمگیری افزایش می‌یابد، بطوریکه در سال ۱۴۰۰ هجری شمسی، ۷۱ درصد کل هزینه‌های آبکشی را هزینه‌های جنبی تشکیل خواهد داد.

واژه‌های کلیدی: هزینه جنبی، منابع مشترک، هزینه خصوصی، هزینه اجتماعی، منافع اجتماعی، هزینه‌های صریح

## مقدمه

آبهای زیرزمینی جزء منابع مشترک محسوب می‌شود. در صورتیکه بهره‌برداری از آن بدون کنترل و نظارت انجام شود، مصرف‌کننده آن تحریک می‌شود تا آب زیادتری را پمپاژ نماید. زیرا نگران این مطلب است که افراد دیگر با افزایش بهره‌برداری از آب باعث کاهش سطح آب در چاه مورد بهره‌برداری او شوند. بنابراین استفاده‌کنندگان آب سعی می‌کنند تا در کوتاه مدت منافع حاصل از بهره‌برداری آب را حداکثر نمایند (۹).

با توجه به مشترک بودن مالکیت منابع آب زیرزمینی، بهره‌برداری از آن علاوه بر هزینه‌های خصوصی که شامل هزینه‌های صریح و ضمنی است، دارای هزینه‌های عمومی نیز می‌باشد. هزینه‌های عمومی تحت عنوان هزینه‌های جنبی یا خارجی<sup>۱</sup> مورد بحث قرار می‌گیرد.

تنوری اکسترنالیتی<sup>۲</sup>: بیشتر فعالیتهای اقتصادی در سطح جهان

بصورت بازار آزاد رقابتی صورت می‌گیرد که در آن شرایع لازم برای تخصیص کارآی منابع مهیا می‌باشد. نواقص و کمبودهای بازار بوسیله عواملی مانند اکسترنالیتها ایجاد می‌گردد که اقتصاددانان آنها را در مدل‌های استاندارد رقابتی در نظر نمی‌گیرند (۶).

اگر افراد یک جامعه را به دو گروه تقسیم کنیم، گروه تولیدکنندگان و بقیه افراد جامعه، می‌توان هزینه‌های جنبی (اکسترنالیتی) تحمیل شده از طرف گروه تولیدکنندگان بر روی گروه بقیه افراد جامعه بصورت شکل شماره ۱ بیان کرد (۸).

مطابق شکل شماره ۱ با افزایش تولید، منافع خالص نهایی تولید کاهش می‌یابد. این کاهش تا نقطه X ادامه دارد نقطه X جایی است که منافع خالص نهایی تولید به صفر می‌رسد و این نقطه -بند بهینه تولید از نظر تولیدکننده خصوصی است. زیرا در این نقطه، منافع نهایی با هزینه نهایی برابر می‌شود و یا اینکه منافع خالص به حداکثر می‌رسد.

بوسیله یک بهره‌بردار به بهره‌برداران زیادی تحمیل می‌شود، در حالیکه منافع آن تنها به شخص اول برمی‌گردد (۶).

مسئله‌ای که همواره بین اقتصاددانان طبیعی وجود داشته است درونی کردن هزینه‌های جنبی (بیرونی)، یعنی چگونگی اندازه‌گیری و دریافت این هزینه‌ها از ایجادکنندگان آن می‌باشد. در این زمینه پیشنهاداتی صورت گرفته است. از جمله گرفتن مالیات از منابع ایجادکننده هزینه‌های جنبی و دادن یارانه به افرادی که این هزینه‌ها را تحمل می‌کنند. پیشنهاد دیگری که در این زمینه صورت گرفته است، سهمیه بندی منابع طبیعی می‌باشد. این سهمیه بندی بایستی طوری صورت بگیرد که از بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی مشترک جلوگیری شود (۵ و ۸).

### مواد و روشها

جامعه آماری مورد مطالعه: شهرستان رفسنجان یکی از شهرستانهای ده گانه استان کرمان که از وسیعترین استانهای کشور است، می‌باشد. این شهرستان در قسمت غربی استان کرمان و در مرکز و جنوب شرقی ایران واقع شده است. طول جغرافیایی این شهرستان بین ۵۵ درجه تا ۵۶ درجه و ۳۰ دقیقه می‌باشد و عرض جغرافیایی آن بین ۳۰ درجه تا ۳۱ درجه و ۱۵ دقیقه است. ارتفاع از سطح دریا ۱۵۱۰ متر می‌باشد (۳). متوسط بارندگی در طول ۱۵ سال (۶۹ - ۵۴) معادل ۹۲ میلیمتر در سال بوده است. به سبب نامنظم بودن بارندگی و نیز کوتاه بودن مدت آن، پس از بارندگی آب به سرعت تبخیر شده و اثر چندانی بر روی تغذیه سفره‌های زیرزمینی ندارد (۴).

محصول اصلی کشاورزی در این شهرستان پسته می‌باشد. با توجه به اطلاعات ماهواره‌ای بدست آمده حدود ۸/۲۷ درصد از سطح کل مساحت این شهرستان یعنی حدود ۹۴۰۰۰ هکتار به کاشت پسته اختصاص دارد (۱).

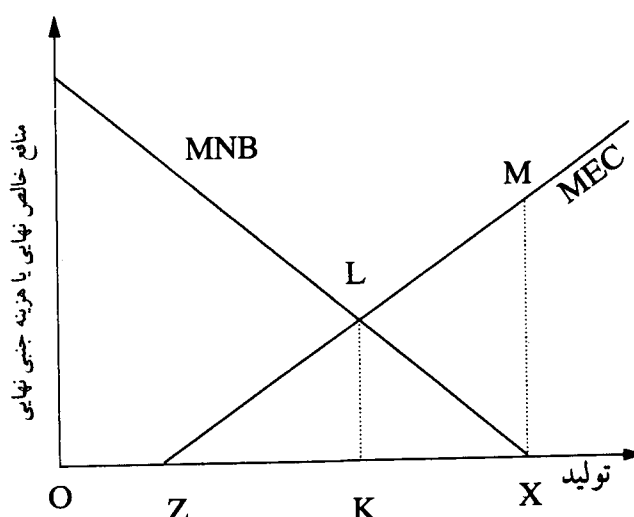
منابع تأمین آب کشاورزی این شهرستان عمدتاً آبهای زیرزمینی می‌باشد و به مقدار خیلی جزئی نیز منابع آب سطحی است. اکثر منابع آب زیرزمینی بوسیله حفر چاه از زمین استحصال می‌شود و قسمت کمی از آن بوسیله قنات و چشمه استخراج می‌گردد.

میزان افت سالیانه آبهای زیرزمینی بطور متوسط حدود ۶۶ سانتیمتر می‌باشد و میزان بیلان منفی آب حدود ۲۶۱/۳۶ میلیون

تولید کنندگان در نقطه بهینه (x) تولید می‌کنند و این در حالی است که به اندازه ZMX هزینه جنبی به گروه دوم (بقیه افراد جامعه) تحمیل می‌نمایند. این هزینه جنبی هزینه‌ای است که اجتماع بایستی بپردازد در حالیکه منافع آن نصیب تولید کنندگان می‌شود.

مطابق شکل شماره ۱ هزینه‌های جنبی تولید از نقطه Z شروع می‌شود و با افزایش تولید، افزایش می‌یابد. از نظر اجتماع، میزان بهینه تولید، نقطه k می‌باشد که در آن هزینه نهایی جنبی با منافع خالص نهایی تولید کننده برابر می‌شود. در این نقطه منافع نهایی اجتماعی با هزینه نهایی اجتماعی برابر است. بنابراین میزان تولید بهینه از نظر اجتماع کمتر از میزان تولید بهینه از نظر تولید کننده می‌باشد. بنابراین بازاری که تنها هزینه‌ها و منافع خصوصی را منعکس می‌نماید، بهره‌برداران را به سوی تصمیم‌های گمراه کننده در مورد فعالیت‌های خود راهنمایی می‌کند. بهره‌بردار خصوصی، تنها هزینه‌های شخصی را در نظر می‌گیرد و از تمام هزینه‌های اضافی که فعالیت‌های او در زمان حال و آینده برای دیگران تحمیل نموده است چشم پوشی می‌کند.

اثرات جنبی بطور گسترده در استفاده از منابع آب زیرزمینی اتفاق می‌افتد. آبهای زیرزمینی محدودیت‌ها و مرزهای مشخص مالکیت ندارند. اثرات افت آب ناشی از برداشت یک بهره‌بردار تنها در محدوده اراضی او اتفاق نمی‌افتد. در نتیجه هزینه‌های تخلیه آب



MNB: منافع خالص نهایی  
MEC: هزینه جنبی نهایی

شکل ۱ - هزینه‌های جنبی تولید

و ساعات آبکشی در طول شبانه روز، میزان آبکشی هر چاه بر حسب متر مکعب در سال تعیین می‌شود.

$$W = 3/6 R.H.D$$

W: میزان آبکشی بر حسب متر مکعب در سال

R: دبی لحظه‌ای (لیتر در ثانیه)

H: ساعات آبکشی در طول شبانه روز

D: تعداد روزهای آبکشی در طول سال

با داشتن میزان نفقه کل پرداختی و میزان آب بهره‌برداری شده از هر چاه، میزان هزینه هر متر مکعب آب محاسبه شد.

روش دیگر برای محاسبه هزینه‌های صریح آبکشی، محاسبه هزینه‌های تعمیرات و نگهداری چاه، موتور، پمپ و لوله می‌باشد که از متصدیان چاهها سوال شد. از اختلاف بین میزان نفقه پرداختی با هزینه تعمیرات و نگهداری چاه، پمپ و لوله، میزان هزینه‌های پرداختی بابت کانالهای آبرسانی و هزینه‌های متفرقه دیگر بدست می‌آید.

آبکشی از منابع آب زیرزمینی علاوه بر اینکه دارای هزینه‌های صریح می‌باشد. برخی هزینه‌های جنبی نیز دارد. هزینه‌های جنبی، هزینه‌هایی می‌باشند که وجود داشته اما بهره‌بردار آنها را به عنوان هزینه آبکشی به حساب نمی‌آورد. این هزینه‌ها به دو گروه تقسیم می‌شوند: ۱ - هزینه‌های جنبی نقدی. ۲ - هزینه‌های جنبی غیرنقدی. هزینه‌های جنبی غیرنقدی قابل تبدیل به ارزش ریالی نمی‌باشند. اما هزینه‌های جنبی نقدی هزینه‌هایی می‌باشند که قابل ارزش‌گذاری بوده و می‌توان آنها را به ارزش ریالی تبدیل نمود. هزینه‌های جنبی نقدی در این مطالعه به چهار گروه زیر تقسیم شدند:

الف - افزایش هزینه‌های متغیر آبکشی ناشی از افزایش عمق آبکشی: هزینه‌های متغیر را تابعی از عمق آبکشی و سطح ایستابی آب قرار داده و میزان افزایش هزینه را نسبت به افزایش یک واحد عمق آبکشی محاسبه می‌کنیم. هزینه‌های آبکشی در طول زمان تغییر می‌یابند. افزایش هزینه‌های متغیر هر سال نسبت به سال اول برنامه به عنوان نوعی هزینه جنبی در نظر گرفته می‌شود.

ب - کاهش درآمد حاصل از کشاورزی: آبکشی بیش از حد باعث افت آب و در نتیجه کاهش میزان آبدهی چاه و شوری آب آن می‌شود. دو عامل کاهش کیفی و کمی آب بر روی تولید پسته تأثیر منفی می‌گذارد. برای محاسبه هزینه‌های جنبی ناشی از کاهش درآمد

متر مکعب در سال است (۴).

روش نمونه‌گیری: جهت نمونه‌گیری از روش آمارگیری خوشه‌ای دو مرحله‌ای استفاده شده است که خوشه‌های اصلی عبارتند از منابع آب آبیاری که اکثر قریب به اتفاق آنها را چاههای عمیق و نیمه عمیق تشکیل می‌دهد. جهت انتخاب خوشه‌های اصلی از تقسیم‌بندی ناحیه آبیاری رفسنجان استفاده شده است. ناحیه آبیاری رفسنجان، شهرستان را به سه دشت تقسیم‌بندی کرده است. این دشتهای عبارت از دشت نوق با ۳۱۵ حلقه چاه آبیاری کشاورزی، دشت انار - کشکوئیه با ۳۹۴ حلقه چاه آبیاری کشاورزی و دشت رفسنجان - کبوترخان با ۵۸۷ حلقه چاه آبیاری کشاورزی می‌باشند (۴).

با استفاده از لیست چاههای ناحیه آبیاری رفسنجان که برای هر دشت بطور جداگانه تنظیم شده بود، چاههای آبیاری بطور نمونه‌گیری تصادفی منظم با  $K = 20$  انتخاب شد. از هر دشت بطور تصادفی ۵ درصد چاههای آبیاری انتخاب گردید. بطوری که از دشتهای نوق، انار - کشکوئیه و رفسنجان - کبوترخان به ترتیب ۱۲، ۲۱ و ۳۳ حلقه چاه آبیاری کشاورزی انتخاب گردید. در مجموع ۶۰ حلقه چاه آبیاری کشاورزی که ۵ درصد کل چاههای آبیاری کشاورزی در سطح شهرستان می‌باشد انتخاب شد و از هر چاه یک پرسشنامه تهیه گشت.

مرحله دوم انتخاب باغدار نمونه بود. پس از انتخاب چاه نمونه از هر چاه بطور اتفاقی ۱ تا ۷ کشاورز انتخاب گردید و با آنها مصاحبه شد و در مجموع ۳۰۰ پرسشنامه از باغداران تهیه شد. از مجموع ۳۰۰ پرسشنامه ۵۹ نمونه مربوط به دشت نوق، ۱۰۹ نمونه مربوط به دشت انار - کشکوئیه و ۱۳۲ نمونه مربوط به دشت رفسنجان - کبوترخان می‌باشد.

روش محاسبه هزینه‌های آبکشی: برای محاسبه هزینه‌های صریح آبکشی از دو سری اطلاعات استفاده گردید. گروه اول سؤال از میزان نفقه پرداختی باغداران بابت دریافت آب می‌باشد. نفقه چاه، میزان معینی پول می‌باشد که سالی چند نوبت جهت هزینه‌های چاه، موتور، پمپ، کانالهای انتقال آب و... از کشاورزان دریافت می‌گردد. در حقیقت نفقه پرداختی، کل هزینه پرداخت آب تا پایان کانالهای اصلی انتقال آب هر چاه آبیاری می‌باشد.

با اندازه‌گیری دبی چاه، تعداد روزهای آبکشی در طول سال

پسته، قیمت آب و باغ پسته کاهش می‌یابد. کاهش قیمت آب و باغ نوعی کاهش سرمایه می‌باشد. میزان کاهش سرمایه ناشی از کاهش قیمت آب و باغ پسته هر سال نسبت به سال قبل اندازه‌گیری شده و بعنوان نوعی هزینه جنبی سالانه در نظر گرفته شد.

د - هزینه‌های جابجایی و کف شکنی چاه: آبکشی بیش از حد هزینه‌هایی از قبیل جابجایی و کف شکنی و افزایش عمق چاه به دنبال دارد. با کسب اطلاعات لازم در این زمینه از ناحیه آبیاری رفسنجان، متوسط سالانه این هزینه‌ها محاسبه شده و بعنوان هزینه جنبی در نظر گرفته شد.

### نتایج و بحث

خصوصیات کلی چاههای آبکشی شهرستان رفسنجان در جدول شماره ۱ آمده است. همانطور که جدول شماره ۱ نشان می‌دهد، هزینه‌های صریح آبکشی از آبهای زیرزمینی بطور متوسط ۹۹ ریال برای هر متر مکعب آب می‌باشد که شامل دو بخش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات چاه و وسایل پمپاژ و هزینه انتقال آب از چاه به مزرعه است.

برای پیشبینی هزینه‌های جنبی آبکشی از منابع آب زیرزمینی، توابعی بصورت زیر تخمین زده شد.

۱ - افزایش هزینه‌های تعمیرات و نگهداری چاه و وسایل پمپاژ ناشی از افت آب: هزینه تعمیرات و نگهداری از چاه و وسایل پمپاژ با افزایش عمق آبکشی افزایش می‌یابد. میزان این افزایش بصورت تابع زیر نشان داده شده است.

$$\text{CABM3} = -0.5/83 + 0.225 \text{ Tolo}$$

$$-0.245 \quad 2/76$$

$$(0/73) \quad (0/01)$$

$$R^2 = 0/28 \quad \bar{R}^2 = 0/24 \quad F = 7/15 (0/01) \quad D.W = 1/56$$

در این تابع CABM3 هزینه تعمیرات و نگهداری چاه و وسایل پمپاژ برای هر متر مکعب بر حسب ریال و Tolo عمق آبکشی بر حسب متر می‌باشد.

همانطور که تابع فوق نشان می‌دهد با افزایش عمق آبکشی هزینه تعمیرات و نگهداری چاه و وسایل پمپاژ افزایش می‌یابد.

۲ - افزایش هزینه‌های انتقال آب ناشی از افت سطح ایستایی آب: هزینه انتقال آب از چاه به مزرعه تابعی از سطح ایستایی آب

پسته در سال، ابتدا میزان سالانه افت سطح آب مورد نیاز می‌باشد. برای این منظور اطلاعات ناحیه آبیاری رفسنجان مورد استفاده قرار گرفت. ناحیه آبیاری رفسنجان میزان سالانه افت آب را بطور متوسط ۶۶ سانتیمتر در سطح شهرستان در نظر گرفته است. سپس میزان آبدهی چاههای موجود تابعی از عمق آبکشی در نظر گرفته شد. بنابراین در طول سالهای مختلف برنامه، میزان متوسط آبدهی هر چاه را در سطح شهرستان خواهیم داشت. با ضرب نمودن میزان آبدهی هر چاه در طول سال، در تعداد چاههای آبیاری کشاورزی، میزان کل آب بهره‌برداری در شهرستان رفسنجان در طول سالهای آینده محاسبه می‌شود. سپس با تقسیم نمودن میزان کل آب بهره‌برداری سالانه بر کل سطح باغات بارور پسته، میزان مصرف آب بر حسب متر مکعب در هکتار در سال محاسبه می‌شود. با افزایش طول عمر چاه میزان شوری آب افزایش می‌یابد. برای محاسبه شوری آب چاهها در سالهای آینده، شوری آب بر حسب میلی‌موس بر سانتیمتر مربع تابعی از طول عمر چاه قرار داده شد.

در مرحله بعد تابع تولید پسته در سطح شهرستان تخمین زده شد. در این تابع میزان تولید پسته تابعی از مقدار مصرف آب در هکتار در سال و شوری آب می‌باشد. بنابراین در آینده با افزایش شوری آب و کاهش مقدار مصرف آب در هکتار در سال، میزان عملکرد پسته کاهش می‌یابد.

علاوه بر کاهش کمی پسته در سالهای آینده، به علت شوری و کاهش آب، کیفیت پسته نیز کاهش می‌یابد. برای در نظر گرفتن کاهش کیفیت پسته، میزان دهن بست بودن پسته تابعی از شوری و مقدار آب در نظر گرفته شد. بنابراین با افزایش شوری و کاهش مقدار آب، میزان دهن بست بودن پسته در سالهای آینده افزایش می‌یابد. افزایش درصد دهن بست بودن پسته، کیفیت پسته و در نتیجه قیمت آن را کاهش می‌دهد. با کاهش عملکرد پسته و قیمت واحد آن، ارزش در هکتار پسته کاهش می‌یابد. کاهش ارزش محصول هر سال نسبت به سال اول برنامه به عنوان هزینه جنبی آبکشی در نظر گرفته شد.

ج - کاهش قیمت آب و زمین کشاورزی: آب و زمین کشاورزی سرمایه اصلی باغداران شهرستان رفسنجان می‌باشد. قیمت‌های آب و باغ پسته بترتیب تابعی از شوری آب و عملکرد پسته گرفته شد. در سالهای آینده با افزایش شوری آب و کاهش عملکرد

جدول ۱ - ویژگیهای چاههای آبیاری در سطح شهرستان رفسنجان

نام ویژگی	متوسط	واریانس	حداقل	حداکثر
طول عمر چاه (سال)	۲۳/۲۷	۵۶/۲۳	۱۵	۴۰
سطح ایستایی آب در زمان احداث چاه (متر)	۲۸/۲۸	۵۵۹/۰۹	۲	۱۰۰
سطح ایستایی آب در زمان فعلی (متر)	۶۲/۷۲	۷۱۶/۸۵	۱۸	۱۱۰
دبی لحظه‌ای چاه (لیتر در ثانیه)	۲۹/۸۷	۳۱۱/۱	۲	۸۰
شوری آب (میلی‌موس بر سانتیمتر مربع)	۶/۰۷	۱۹/۳۸	۰/۶۱	۲۳/۳
عمق آبکشی (متر)	۱۲۶/۸۷	۱۷۴۵/۳۷	۳۰	۲۵۰
میزان آبکشی چاه در سال (مترمکعب)	۸۸۶۴۳۵	۲/۷۴×۱۰۱۱	۶۲۲۰۸	۲۰۱۶۰۰۰
تعداد دفعات جابجایی چاه در طول عمر چاه	۱/۳۱	۲/۰۷	۰	۶
هزینه هر نوبت جابجایی (ریال)	۸۶۱۶۹۲۳۰	۲/۲×۱۰۱۵	۴×۱۰۷	۱/۱×۱۰۸
هزینه تعمیرات و نگهداری	۳۵/۵	۷۰۰	۸/۲۷	۱۰۲/۴۸
چاه (ریال بر متر مکعب)				
هزینه انتقال آب از چاه به	۶۳/۵	۹۴۲۵/۳۴		۴۴۵/۴۳
مزرعه (ریال بر متر مکعب)				
هزینه متغیر آبکشی (ریال بر متر مکعب)	۹۹	۷۸۷۱/۷۶	۱۶/۸۶	۵۱۹/۳۴
دبی لحظه‌ای مجاز (لیتر در ثانیه)	۲۵/۴۳	۷۰/۹۸	۸/۵	۵۰
میزان مجاز آبکشی در سال (مترمکعب)	۵۵۲۲۶۲/۷۴	۸/۹×۱۰۱۰	۱۶۵۲۴۰	۱۵۷۶۸۰۰
هزینه متوسط کف شکنی (ریال بر متر)	۱۵۰۰۰۰	-	-	-
میزان کف شکنی سالیانه (متر)	۵۱۰	-	-	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق و ناحیه آبیاری رفسنجان

کانالهای آبرسانی و افزایش هزینه تعمیرات و نگهداری کانال می‌شود.

ب - کاهش آبدهی چاه باعث می‌شود تا اینکه برای انتقال آب، نیاز به روشهای پیشرفته باشد. زیرا آب زیاد می‌تواند در کانالهای خاکی هم انتقال یابد، اما آب کم اگر در کانال خاکی وارد شود به علت نفوذ در خاک به مزرعه نخواهد رسید. بنابراین نیاز به کانالهای بتونی، لوله‌های پولیکا و ... دارد.

۳ - کاهش ظرفیت آبدهی چاه ناشی از افزایش عمق آبکشی: ظرفیت آبدهی چاهها در منطقه با افزایش عمق آبکشی کاهش می‌یابد. رگسیون زیر این مطلب را بیان می‌کند.

$$ABM3 = 1689632/25 - 6331/0.3Tolo$$

$$8/92 - 4/46$$

است. این رابطه تابعی بصورت رگسیون زیر نشان داده شده است.

$$CABEX = -21/85 + 1/4SAN$$

$$-0/42 \quad 1/77$$

$$(0/68) \quad (0/09)$$

$$R^2 = 0/15 \quad R^2 = 0/10 \quad F = 3/15(0/09)D.W = 1/72$$

در تابع فوق CABEX هزینه انتقال آب برای هر متر مکعب بر حسب ریال و SAN سطح ایستایی آب بر حسب متر می‌باشد.

همانطور که تابع نشان می‌دهد با افزایش سطح ایستایی آب هزینه انتقال هر متر مکعب آب افزایش می‌یابد. این امر ناشی از عوامل زیر است.

الف - افت سطح آب باعث نشست زمین و در نتیجه شکست

اثر مثبت بر تولید پسته دارد. ضریب منفی توان دوم آب، کاهش بازده واحدهای نهایی مصرف آب را نشان می‌دهد. متغیر  $EC.X$  اثر متقابل بین شوری آب و میزان مصرف آب را نشان می‌دهد.

۶- تأثیر میزان مصرف و شوری آب بر روی کیفیت پسته: میزان مصرف و شوری آب علاوه بر اینکه بر روی میزان تولید پسته تأثیر می‌گذارد، می‌تواند کیفیت پسته را نیز تحت تأثیر قرار دهد. یکی از تأثیرات میزان مصرف و شوری آب بر روی کیفیت پسته درصد دهن‌بست بودن پسته می‌باشد، تابع زیر این مطلب را بیان می‌کند.

$$BAST = 0.72 + 0.0038EC - 0.055LAB$$

$$5/81 \quad 1/79 \quad -4/04$$

$$(0) \quad (0/07) \quad (0/0001)$$

$$R^2 = 0.055 \quad \bar{R}^2 = 0.05 \quad F = 8/66(0/0002) \quad D.W = 1/42$$

در این تابع  $BAST$  درصد دهن‌بست بودن پسته،  $EC$  شوری آب بر حسب میلی‌موس بر سانتیمتر مربع و  $LAB$  لگاریتم میزان مصرف آب بر حسب متر مکعب در هکتار در سال می‌باشد.

چنانچه از این تابع مشخص می‌شود، افزایش شوری آب و کاهش میزان مصرف آن باعث افزایش درصد دهن‌بست بودن پسته می‌شود. بنابراین آبکشی بیش از حد با کاهش میزان مصرف و کیفیت آب می‌تواند کیفیت محصول را کاهش دهد و کاهش کیفیت محصول، قیمت فروش محصول را کاهش می‌دهد. در نتیجه ایجاد هزینه می‌نماید.

۷- تأثیر آبکشی بیش از حد بروی قیمت خرید و فروش آب: آبکشی بیش از حد می‌تواند باعث افزایش شوری آب شود. شوری آب اثر منفی بر روی ارزش آب می‌گذارد. در تابع زیر ارزش مورد معامله هر متر مکعب آب تابعی از شوری آب در نظر گرفته شده است. بایستی توجه شود که در اینجا ارزش آب با هزینه آبکشی و بازده نهایی آب متفاوت است و تنها معرف قیمت خرید و فروش هر متر مکعب آب است.

$$PAB = 142/14 + 55/5LEC - 11/67EC$$

$$4/5 \quad 1/68 \quad -2/57$$

$$(0) \quad (0/09) \quad (0/01)$$

$$R^2 = 0.04 \quad \bar{R}^2 = 0.03 \quad F = 4/5(0/01) \quad D.W = 1/28$$

از تابع فوق  $PAB$  قیمت خرید و فروش یک متر مکعب آب بر حسب ریال،  $EC$  شوری آب بر حسب میلی‌موس بر سانتیمتر

$$(0) \quad (0)$$

$$R^2 = 0/25 \quad \bar{R}^2 = 0/24 \quad F = 19/9(0) \quad D.W = 1/78$$

در این تابع  $ABM3$  میزان ظرفیت آبدهی چاه در طول سال بر حسب متر مکعب و  $Tolo$  عمق آبکشی بر حسب متر است.

همانطور که از تابع فوق معین است، با افزایش عمق آبکشی ظرفیت آبدهی چاه کاهش می‌یابد. این عمل دو نوع هزینه را به دنبال دارد. اولاً هزینه ثابت متوسط چاه ( $AFC$ ) افزایش می‌یابد. ثانیاً با کاهش میزان آب، میزان تولید کاهش می‌یابد.

۴- افزایش شوری آب ناشی از آبکشی بیش از حد: آبکشی بیش از حد در منطقه باعث شده است با افزایش طول عمر چاه، شوری آب چاهها افزایش یابد. رگرسیون زیر این مطلب را بیان می‌کند.

$$EC = 1/078 + 0/35ZAA$$

$$0/28 \quad 2/12$$

$$(0/78) \quad (0/04)$$

$$R^2 = 0/19 \quad \bar{R}^2 = 0/15 \quad F = 4/5(0/05) \quad D.W = 1/4$$

در این تابع  $EC$  شوری آب بر حسب میلی‌موس بر سانتیمتر مربع و  $ZAA$  طول عمر چاه می‌باشد.

همانطور که از تابع مشخص می‌شود، با افزایش طول عمر چاه، شوری آب افزایش می‌یابد.

۵- کاهش میزان تولید پسته ناشی از کاهش میزان مصرف آب و افزایش شوری آب: برای اینکه کاهش تولید ناشی از افزایش شوری آب و کاهش میزان مصرف آب مشخص شود، تابع تولید پسته در سطح شهرستان رفسنجان تخمین زده شد. این تابع بصورت زیر نشان داده شده است.

$$Y = 771/8 + 0/0025EC.X + 0/082X - 1/7x10^{-6}X^2 - 35EC$$

$$4/7 \quad 1/75 \quad 4/74 \quad -2/94$$

$$-1/55$$

$$(0) \quad (0/08) \quad (0)(0/003) \quad (0/12)$$

$$R^2 = 0/13 \quad \bar{R}^2 = 0/11 \quad F = 10/72(0) \quad D.W = 1/7$$

در تابع فوق  $Y$  میزان تولید پسته بر حسب کیلوگرم در هکتار،  $X$  میزان مصرف آب در هکتار در سال بر حسب متر مکعب و  $EC$  شوری آب بر حسب میلی‌موس بر سانتیمتر مربع می‌باشد.

همانطور که از تابع فوق مشخص است، میزان مصرف آب

مربع و LEC لگاریتم شوری آب بر حسب میلی‌موس بر سانتیمتر مربع می‌باشد.

چنانچه تابع نشان می‌دهد، افزایش شوری تا ۴/۶۷ میلی‌موس بر سانتیمتر مربع قیمت آب را افزایش می‌دهد و بیشتر از آن باعث کاهش قیمت آب می‌شود. یعنی آب ۴/۶۷ میلی‌موس بر سانتیمتر مربع بیشترین ارزش را از دید پسته کاران دارد. با توجه به جدول شماره ۱، متوسط شوری آب در سطح شهرستان رفسنجان ۶/۰۷ میلی‌موس بر سانتیمتر مربع می‌باشد. بنابراین افزایش شوری آب در سالهای آینده باعث کاهش قیمت خرید و فروش آب می‌شود. کاهش قیمت آب ناشی از کاهش کیفیت آن، نوعی کاهش سرمایه می‌باشد. بنابراین می‌توان جزء هزینه‌های جنبی محاسبه نمود.

۸ - تأثیر آبکشی بیش از حد بر روی قیمت خرید و فروش باغ پسته: آبکشی بیش از حد می‌تواند از طریق کاهش کمی و کیفی آب مصرفی بر روی عملکرد محصول پسته تأثیر منفی بگذارد، با کاهش عملکرد محصول، قیمت باغ پسته کاهش می‌یابد. رگرسیون زیر این مطلب را بیان می‌کند.

$$PZAM = 44987997 + 14217/52 \text{ ToIID}$$

$$17/77 \quad 9/57$$

$$(0) \quad (0)$$

$$R^2 = 0/27 \quad \bar{R}^2 = 0/27 \quad F = 91/67(0) \quad D.W = 1/52$$

در تابع فوق PZAM قیمت خرید و فروش یک هکتار باغ پسته بر حسب ریال و ToIID میزان تولید پسته در هر هکتار بر حسب کیلوگرم می‌باشد.

همانطور که تابع نشان می‌دهد، عملکرد باغ پسته تأثیر مثبت بر روی قیمت آن دارد. کاهش عملکرد پسته ناشی از کاهش کمی و کیفی آب باعث کاهش قیمت باغ پسته می‌شود. چون باغات پسته بعنوان سرمایه اصلی باغدار حساب می‌شود، بنابراین کاهش قیمت آن نوعی هزینه جنبی می‌باشد.

۹ - هزینه‌های جابجایی و کف شکنی چاه: آبکشی بیش از حد از منابع آب زیرزمینی باعث افت آب و در نهایت کمبود و شوری آبهای زیرزمینی می‌شود. در چنین مواردی برای دسترسی به آب، بایستی یا جابجایی چاه صورت گرفته و یا اینکه چاه کف شکنی شود و عمق آن افزایش یابد. تعداد چاههای جابجا شده و کف شکنی‌های صورت گرفته در شهرستان رفسنجان در سالهای ۷۳ و ۷۴ در جدول شماره ۲ آمده است.

با توجه به هزینه‌های جابجایی و کف شکنی در جدول شماره ۱ و تعداد جابجایی و کف شکنی‌های صورت گرفته در جدول شماره ۲، کل هزینه جابجایی و کف شکنی سالانه در سطح شهرستان رفسنجان حدود ۷۶۵۹۳۹۲۲۴۰ ریال می‌باشد که نوعی هزینه جنبی به حساب می‌آید.

۱۰ - افت آب و تحمیل هزینه‌های اضافی تأمین آب آشامیدنی: یکی از هزینه‌های ایجاد شده ناشی از افت آب، تأثیر منفی بر روی کیفیت و کمیت آب آشامیدنی شهرستان می‌باشد که منجر به کاهش قیمت آب زیرزمینی تأمین می‌شود. تعداد چاههای آب آشامیدنی جابجا شده در سال ۱۳۷۴ برابر با ۳ حلقه بوده و میزان جابجایی متوسط هر چاه ۵۰۰۰ متر می‌باشد (۴). هزینه جابجایی چاه و احداث ۵۰۰۰ متر شبکه آبرسانی بصورت زیر محاسبه می‌شود.

$$\text{هزینه جابجایی چاه} = 258507690 = 86169230 \times 3 \text{ ریال}$$

$$\text{هزینه ایجاد شبکه آبرسانی} =$$

$$180000000 = 120000 \times 5000 \times 3 \text{ ریال}$$

بنابراین مجموع هزینه‌های جنبی تحمیل شده بر منابع تأمین آب آشامیدنی سالانه برابر با ۴۳۸۵۰۷۶۹۰ ریال می‌باشد. با توجه به توابع تخمین زده شده فوق، هزینه‌های جنبی آبکشی از منابع آب زیرزمینی برای ۲۵ سال آینده پیشبینی شد. نتایج در جدول شماره ۳ آمده است.

چنانچه جدول شماره ۳ نشان می‌دهد. در حال حاضر حدود

جدول ۲ - تعداد چاههای جابجا یا کف شکنی شده در سطح شهرستان رفسنجان

موضوع	سال ۱۳۷۳	سال ۱۳۷۴	متوسط در سال
تعداد چاههای جابجا شده (حلقه)	۸۳	۹۳	۸۸
تعداد چاههای کف شکنی شده (حلقه)	۸۰	۱۲۵	۱۰۲

مأخذ: ناحیه آبیاری شهرستان رفسنجان

جدول ۳ - هزینه‌های جنبی آبکشی در طول ۲۵ سال آینده در شهرستان رفسنجان

سال	هزینه‌های صریح آبکشی (ریال بر متر مکعب)	هزینه‌های جنبی آبکشی (ریال بر متر مکعب)	مجموع هزینه‌های صریح و جنبی آبکشی (ریال بر متر مکعب)	درصد هزینه‌های جنبی از کل هزینه‌های آبکشی
۱۳۷۶	۹۹	۳۱/۴۱	۱۳۰/۴۱	۲۴/۱
۱۳۷۷	۹۹	۳۹/۰۸	۱۳۸/۰۸	۲۸/۳
۱۳۷۸	۹۹	۴۶/۷۵	۱۴۵/۷۵	۳۲/۱
۱۳۷۹	۹۹	۵۴/۵۹	۱۵۳/۵۹	۳۵/۵
۱۳۸۰	۹۹	۶۲/۴۴	۱۶۱/۴۴	۳۸/۷
۱۳۸۱	۹۹	۷۰/۵۲	۱۶۹/۵۲	۴۱/۶
۱۳۸۲	۹۹	۷۸/۴۰	۱۷۷/۴	۴۴/۲
۱۳۸۳	۹۹	۸۶/۷۴	۱۸۵/۷۴	۴۶/۷
۱۳۸۴	۹۹	۹۴/۹۴	۱۹۳/۹۴	۴۹
۱۳۸۵	۹۹	۱۰۴/۷۲	۲۰۳/۷۲	۵۱/۴
۱۳۸۶	۹۹	۱۱۰/۰۹	۲۰۹/۰۹	۵۲/۶
۱۳۸۷	۹۹	۱۲۰/۲۶	۲۱۹/۲۶	۵۴/۸
۱۳۸۸	۹۹	۱۲۸/۸۱	۲۲۷/۸۱	۵۶/۵
۱۳۸۹	۹۹	۱۳۷/۶۶	۲۳۶/۶۶	۵۸/۲
۱۳۹۰	۹۹	۱۴۶/۵۰	۲۴۵/۵	۵۹/۷
۱۳۹۱	۹۹	۱۵۵/۶۰	۲۵۴/۶	۶۱/۱
۱۳۹۲	۹۹	۱۶۴/۳۸	۲۶۳/۳۸	۶۲/۴
۱۳۹۳	۹۹	۱۷۳/۶۹	۲۷۲/۶۹	۶۳/۷
۱۳۹۴	۹۹	۱۸۲/۹۷	۲۸۱/۹۷	۶۴/۹
۱۳۹۵	۹۹	۱۹۲/۳۵	۲۹۱/۳۹	۶۶
۱۳۹۶	۹۹	۲۰۱/۸۶	۳۰۰/۸۶	۶۷/۱
۱۳۹۷	۹۹	۲۱۱/۴۷	۳۱۰/۴۷	۶۸/۱
۱۳۹۸	۹۹	۲۲۱/۲۱	۳۲۰/۲۱	۶۹/۱
۱۳۹۹	۹۹	۲۳۱/۱۰	۳۳۰/۱	۷۰
۱۴۰۰	۹۹	۲۴۱/۰۴	۳۴۰/۰۴	۷۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

۲۴ درصد از کل هزینه‌های بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی را هزینه‌های جنبی آبکشی تشکیل می‌دهد. از طرفی در سالهای آتی سهم هزینه‌های جنبی از کل هزینه‌های آبکشی افزایش می‌یابد. بطوری که پیش‌بینی می‌شود در سال ۱۴۰۰، ۷۱ درصد از کل هزینه‌های آبکشی را هزینه‌های جنبی تشکیل دهد.

در راستای نتایج مطالعه پیشنهادات زیر ارائه می‌شود.

۱ - با توجه به افزایش هزینه‌های جنبی در سالهای آینده، برنامه‌ریزی در جهت جلوگیری از آبکشی بیش از حد صورت گیرد.



۲ - با توجه به اینکه هزینه‌های جنبی آبکشی از منابع آب زیرزمینی سهم قابل ملاحظه‌ای از کل هزینه‌های بهره‌برداری از منابع آب دارد. پیشنهاد می‌شود، در ارزیابی‌های اقتصادی در زمینه منابع طبیعی بویژه منابع آب زیرزمینی به آن توجه شود. همچنین در برنامه‌ریزی‌های بلند مدت اقتصادی در رابطه با پیش‌بینی منافع و هزینه‌های طرح‌های ملی هزینه‌های جنبی نیز مورد نظر قرار گیرد.

## REFERENCES

### مراجع مورد استفاده

- ۱ - اداره کل آمار و اطلاعات. ۱۳۷۲. تهیه نقشه توزیع و پراکندگی باغات پسته استان کرمان براساس اطلاعات ماهواره‌ای. وزارت کشاورزی، تهران.
- ۲ - عبداللهی عزت‌آبادی، م. ۱۳۷۵. ارزیابی اقتصادی گزینه‌های تأمین آب کشاورزی در شهرستان رفسنجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته اقتصاد کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز.
- ۳ - مهرابی بشرآبادی، ح. ۱۳۷۴. بررسی بهره‌وری عوامل تولید پسته در شهرستان رفسنجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۴ - وزارت نیرو، ۱۳۷۳. گزارش دشتهای زیر حوزه رفسنجان. انتشارات شرکت سهامی آب منطقه‌ای کرمان، کرمان.
- ۵ - هندرسن، ج. م. و ر. آ. کوآنت. ۱۳۷۱. تئوری اقتصاد خرد؛ تقرب ریاضی. ترجمه مرتضی قره باغیان و جمشید پژویان، مؤسسه خدمات فرهنگی رسا، تهران، ۶۴۹ صفحه.
- 6 - David, B. & Martin, N. E. 1986. "Potential costs and benefit to Arizona. Agriculture of the central Arizona project", Dept. of Agr. Economics, the Univ. of Arizona, Technical Bulletin No 254.
- 7 - Pearce, D. & Turner, K. 1990. "Economics of natural resources and the environment", London.
- 8 - Randall, A. 1972. "Market solutions to externality problems : theory and practice", American Journal of Agricultural Economics 54(1):175-183.
- 9 - Renshaw, E. F. 1963. "The management of groundwater reserves", Journal of Farm Economics 45(1):285-295.

**Computation of the External Cost of Overpumping from water resources, a Case Study of Rafsanjan.**

**M. ABDOLAHI - EZATABADI AND GH. SOLTANI**

**Former Graduate Student and Professor, Department of Agricultural Economics,**

**College of Agriculture University of Shiraz, Iran**

**Accepted 6 Jan 1999**

**SUMMARY**

Natural resource economists are concerned with the problem of internalizing the external cost of resource exploitation. Overpumping of groundwater resource is a typical case of externality in Rafsanjan. The objective of this study is to compute the external cost of overpumping in Rafsanjan by estimating various functions and make projection based on the estimated functions. The results showed that external cost is about 24% of total groundwater costs in this region. In addition, external cost is increasing rapidly and reaching up to 71% of total costs in year 1400.

**Keywords:** External costs, Common property resources, Private cost, Private benefit, Social cost, Social benefit & explicit costs.