اقتصاد کشاورزی/ جلد ۳/ شماره‌ی ۳/ صفحه‌های ۱۴۱-۱۲۱

قیمت‌گذاری آب در بخش کشاورزی با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی بازه‌ای: مطالعه‌ی موردی منطقه‌ی دشتستان

محمود احمدپور و محمود صبوحی صابونی*

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۲/۳۱

چکیده

در این تحقیق، قیمت‌گذاری آب آبیاری به عنوان ابزاری برای مدیریت تقاضای آب‌های زیرزمینی در منطقه‌ی دشتستان مطالعه شد. داده‌های مورد نیاز از طریق مصاحبه با کشاورزان پیش‌رو دشتستان جمع‌آوری شد. با استفاده از روش ارزش کنونی قیمت تمام شده‌ی هر متر مکعب آب برای کشاورزان، برابر با ۸۴/۹۳ ریال به دست آمد. از سوی دیگر، با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی بازه‌ای[1]، قیمت سایه‌ای – یعنی بهره‌وری نهایی هر متر مکعب آب– در فصل بهار در بازه‌ی [۲۳۲۸ ، ۱۷۸]، تابستان در بازه‌ی [۵۴۹ ، ۳۶۴] و پاییز و زمستان در بازه‌ی [۱۸۰۲ ، ۲۱۰] ریال به دست آمد. برای بررسی اثربخشی قیمت‌گذاری، تابع تقاضای معیاری آب برای فصول مختلف و کل سال برآورد شد. نتایج نشان داد که کشاورزان درصد ناچیزی از ارزش اقتصادی آب (قیمت سایه‌ای آن) را در قالب هزینه‌های استحصال می‌پردازند. نتایج حاصل از برآورد تابع تقاضا نیز نشان داد که تقاضای آب آبیاری در فصول مختلف نسبت به تغییر قیمت آب در آن فصول کم‌کشش و تقاضای آب کل سال نسبت به تغییر قیمت آب در هر یک از فصول بسیار کم‌کشش است. در واقع، کشاورزان در مقابل افزایش قیمت آب نه تنها به صورت کاهش مصرف در آن فصل، بلکه به صورت تخصیص مجدد آب در کل سال واکنش نشان می‌دهند. با توجه به یافته‌های تحقیق، سیاست قیمت‌گذاری آب آبیاری، بر کاهش مصرف آن چندان اثر بخش نیست.

طبقه‌بندی JEL: C02، C61، Q12، Q25

واژه‌های کلیدی: آب‌های زیرزمینی، برنامه‌ریزی ریاضی بازه‌ای، تابع تقاضای معیاری

*به ترتیب دانشجوی دکترا و استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل

E-mail: mahmoud_ahmadpour@yahoo.com

1 . Interval Mathematical Programming

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

بحران آب از چالش‌های مهم زیست‌محیطی منطقه‌ی خاورمیانه و از جمله ایران است. بخش کشاورزی در ایران مانند بیش‌تر کشورها، بزرگ‌ترین مصرف‌کننده‌ی آب است. با گسترش کشاورزی آبی در بسیاری از مناطق و بروز خشک‌سالی در سال‌های اخیر، اقتصاد بخش کشاورزی با محدودیت‌های جدی روبه‌رو شده است. راه‌کار سال‌های گذشته برای چیره شدن بر این محدودیت‌ها، بیش‌تر تمرکز بر افزایش عرضه‌ی آب بوده که خود سبب تخلیه و گاه تخریب آبخوان‌ها و سفره‌های آب‌های زیرزمینی شده است (جوان و فال سلیمان، ۱۳۸۷).

اکنون نیازهای آبی حدود ۷۰ میلیون نفر جمعیت ایران با ۹۳ تا ۹۵ میلیارد متر مکعب آب قابل استحصال تامین می‌شود، اما در۲۰ سال آینده با رشد جمعیت و تقاضا، ارتقای سطح به‌داشت و بالا رفتن استانداردهای زندگی از این میزان بسیار فراتر خواهد رفت. در مقابل به دلایل مختلف، راندمان مصرف آب در ایران پایین و بین ۳۰ تا٤٠ درصد تخمین زده می‌شود و میزان مصرف آب برای آبیاری محصولات مهم کشاورزی نیز در مقایسه با مصرف متوسط جهانی بسیار بالا است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۵). این رقم در جنوب آسیا ٤٤، در شمال آفریقا حدود ۵۵ و در کشورهای توسعه یافته ٦٥ تا ۷۰ درصد است (سینگ، ۲۰۰۷). بخشی از دلیل این وضعیت، پایین نگه‌داشتن قیمت نهاده‌ی آب بوده است.

براساس گزارش‌های شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان بوشهر (۱۳۸٦)، در مقایسه با منابع دیگر تامین آب مانند سدها و رودخانه‌ها، مخازن آب‌های زیرزمینی شرایط بحرانی‌تری دارند. در سال‌های اخیر با افزایش جمعیت، تراکم بیش‌تر کشت و پدیده‌ی خشک‌سالی، استفاده از آب‌های زیرزمینی در منطقه‌ی دشتستان افزایش یافته است. در ۱۰ سال گذشته این امر سبب اُفت سطح سفره‌های آب‌های زیرزمینی (کسری مخزن) به میزان ۱۱ متر و کم‌آبی شده است. بنابراین کشاورزان برای برداشت آب از دل زمین، چاه‌های عمیق‌تری حفر کرده و سبب تخریب بیش از پیش این مخازن شده‌اند (سازمان آب دشتستان، ۱۳۸۷).

آب وهوای منطقه‌ی دشتستان گرم و بیابانی است. میانگین دمای سالانه‌ی آن ۲۷ درجه‌ی ساتنی‌گراد، رطوبت نسبی حدود ٦٥ درصد و میانگین بارندگی بیست سال گذشته‌ی آن ۲٤٥

Archive of SID

www.SID.ir

میلی‌متر بوده است، ولی توزیع بارش در سال متناسب نبوده است. بیش از ۸۵ درصد نزولات آسمانی در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند اتفاق می‌افتد. در دشتستان ۲۸۵۰ حلقه چاه دارای پروانه‌ی بهره‌برداری و حدود ۷۰۰ حلقه چاه غیرمجاز وجود دارد که در مجموع، سالانه ۲۹۰ میلیون متر مکعب آب از آن‌ها برداشت می‌شود. گفتنی است که حدود ۷۰ درصد آب مورد نیاز برای کشاورزی آبی در دشتستان از آب‌های زیرزمینی تامین می‌شود. تنها در محدوده‌ی مطالعاتی بوشکان – شُلدان که کل ظرفیت مخازن زیرزمینی آن ۷۰ میلیون متر مکعب است؛ در ۱۰ سال اخیر به دلیل استحصال بی‌رویه‌ی آب، ٤۲ میلیون متر مکعب کسری مخزن ایجاد شده است (سازمان آب دشتستان، ۱۳۸۷). ادامه‌ی این وضعیت سبب نابودی بخش وسیعی از کشاورزی آبی دشتستان در سال‌های نه چندان دور خواهد شد. جدول‌های (۱ و ۲) منابع و مصارف آب را در بخش‌های مختلف استان بوشهر نشان می‌دهد.

جدول (۱). منابع آب‌های زیرزمینی استان بوشهر در سال‌های ۸٦-۱۳۸۵

سال	چاه عمیق (حلقه)	چاه نیمه‌عمیق (حلقه)	قنات (رشته)	چشمه
۱۳۸۵	۲٤۱	٦۸۱۱	۱٦	۱۰٤
۱۳۸٦	۲٤۸	۲۸٦۰	۱٦	۱۰٤
تغییرات	۷	٤۹	۰	۰

ماخذ: شرکت آب منطقه‌ای استان بوشهر

جدول (۲). میزان مصرف آب زیرزمینی و سطحی در بخش‌های مختلف در سال‌های ۸۵-۱۳۸٤

واحد: میلیون متر مکعب

شرح	آب زیرزمینی		آب سطحی		کل	
	۱۳۸٤	۱۳۸۵	۱۳۸٤	۱۳۸۵	۱۳۸٤	۱۳۸۵
کشاورزی	٤۹٤.۳٤	٤۹۷.۳۸	۵۳۹.۳	۵۰٤.۹	۱۰۳۳.٦۳	۱۰۰۲.۲۸
صنعتی	۲.۹۷	٦.۲۵	—	—	۲.۹۷	٦.۲۵
شهری	۱۸.۰۲	۲٦.۹۰	—	—	۱۸.۰۲	۲٦.۹۰
جمع	۵۱۵.۳۳	۵۳۰.۵۳	۵۳۹.۳	۵۰٤.۹	۱۰۵٤.٦۳	۱۰۳۵.٤۳

ماخذ: شرکت آب منطقه‌ای استان بوشهر

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به شواهد بالا، بدون آسیب زدن به تولید کشاورزان یافتن راه‌هایی برای مدیریت تقاضای آب مورد نیاز است. برای مدیریت تقاضا، راه‌های مختلفی از جمله آموزش مصرف‌کنندگان، به کارگیری سیستم‌های (سامانه‌های) جدید آبیاری، سهمیه‌بندی، جلوگیری از حفر چاه و تعمیق چاه‌های موجود، تغییر الگوی کشت و قیمت‌گذاری آب وجود دارد.

در زمینه‌ی قیمت‌گذاری آب آبیاری مطالعات زیادی انجام شده است. سلطانی (۱۳۷۲)، برای تعیین آب‌بها و تخصیص بهینه‌ی آب زیر سد درودزن تحقیق کرد. در این تحقیق برای محاسبه‌ی قیمت سایه‌ای آب از برنامه‌ریزی خطی استفاده شد. نتایج نشان داد که بازده نهایی آب در منطقه‌ی مورد مطالعه بسیار بالاتر از بهای دریافتی و هم‌چنین هزینه‌ی تولید و توزیع آب است. صبوحی و هم‌کاران (۱۳۸٦)، راه‌کارهای مختلف مدیریت منابع آب زیرزمینی را در دشت نریمانی خراسان بررسی کردند. برای آزمون تجربی این راه‌کارها، تابع تقاضای آب آبیاری چغندرکاران برآورد شد. نتایج نشان داد که در مقایسه با گزینه‌های دیگر، راه‌کار بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و سیاست مالیاتی امکان بهره‌برداری پایدار از آب‌های زیرزمینی منطقه را فراهم می‌کند. اسدی و هم‌کاران (۱۳۸٦)، آب اراضی زیر سد طالقان را قیمت‌گذاری و کشش قیمتی تقاضای آب را محاسبه کردند. در این مطالعه از روش‌های برنامه‌ریزی خطی و اقتصادسنجی برای برآورد تابع تقاضای آب آبیاری و قیمت سایه‌ای آب استفاده شد. نتایج نشان داد که در بیش‌تر نواحی، تقاضای آب نسبت به قیمت بی‌کشش و بازده نهایی آب بیش‌تر از آب‌بها است.

سینگ (۲۰۰۷)، در مقاله‌ی خود با عنوان "قیمت‌گذاری منطقی آب، ابزاری برای به‌بود کارایی استفاده از آب در بخش کشاورزی درگجرات هند" نشان داد که شکاف بزرگی بین قیمت و ارزش آب آبیاری وجود دارد و افزایش قابل ملاحظه‌ای در قیمت آب نیاز است تا عرضه و تقاضا متعادل شوند.

در باره‌ی اثربخشی سیاست قیمت‌گذاری، ادبیات اقتصادی نشان می‌دهد که در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، کشش قیمتی تقاضا برای آب بسیار پایین است؛ یعنی افزایش قیمت آب، به میزان بسیار ناچیزی مقدار تقاضای آن را کاهش می‌دهد (مورِه و هم‌کاران، ۱۹۹٤).

Archive of SID

www.SID.ir

برعکس، هانگ و هم‌کاران (۲۰۰۶) در مقاله‌ی قیمت‌گذاری آب آبیاری در چین به این نتیجه رسیدند که اگر قیمت صحیحی برای آب تعیین شود، کشاورزان نسبت به آن به طور کامل حساس خواهند بود. برنامه‌ی قیمت‌گذاری که در سال ۲۰۰۰ در منطقه‌ی جنوب شرقی کِلونا در کانادا انجام شد، اثر معنی‌داری روی تقاضای آب در هکتار نشان داد. در حالی که برنامه‌ی سهمیه‌بندی و آموزش که در سال ۱۹۹٤ در همین منطقه اجرا شده بود اثر قابل ملاحظه‌ای روی مصرف آب نداشت. برنامه‌ی قیمت‌گذاری آب در این منطقه سبب انتقال آب به سمت محصولاتی شد که نیاز آبی کم‌تری داشتند (مرکز تحقیقات کشاورزی کانادا، ۲۰۰٦).

تاکنون قیمت خاصی برای آب‌های زمینی در منطقه‌ی مورد مطالعه تعیین نشده و حق نظارت شرکت آب منطقه‌ای از سال ۱۳۸۳ به بعد حذف شده است. در واقع قیمت پرداختی برای آب زیرزمینی در این منطقه همان قیمت تمام شده‌ی آب است (شرکت سهامی آب منطقه‌ای بوشهر).

با وجود طرح تعادل‌بخشی سفره‌های آب زیرزمینی در استان بوشهر (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان، ۱۳۸٦)، ادامه‌ی روند افزایشی کسری مخازن، حاکی از آن است که این طرح به طور کامل اثربخش نبوده است. در این تحقیق قیمت‌گذاری آب‌های زیرزمینی در بخش کشاورزی دشتستان به عنوان ابزاری برای مدیریت تقاضای آب آبیاری، بررسی شده است.

روش تحقیق

قیمت کنونی آب‌های زیرزمینی برای کشاورزان در ایران و از جمله دشتستان برابر با قیمت تمام شده‌ی آن است که شامل هزینه‌های گرفتن پروانه‌ی حفر، حفر چاه، خرید موتور پمپ، لوله‌گذاری و هزینه‌های جاری شامل سوخت، روغن، تعمیر و نگه‌داری و غیره است. قیمت تمام شده‌ی هر متر مکعب آب با استفاده از روش اقتصاد مهندسی در فصل نتایج و بحث محاسبه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

قیمت صحیحی که می‌توان برای آب در نظر گرفت، برابر با ارزش تولید نهایی آن (VMP_W)[1] است. در این صورت قیمت آب ارزش اقتصادی آن را منعکس می‌کند (هانگ و هم‌کاران، ۲۰۰۶). این قیمت را می‌توان به کمک برنامه‌ریزی ریاضی بازه‌ای نیز به دست آورد.
برای مطالعه‌ی اثربخشی قیمت‌گذاری آب آبیاری نیز تابع تقاضای معیاری آن برآورد و سپس کشش قیمتی تقاضا محاسبه شد.

الف) مبانی تئوریک (نظری) برنامه‌ریزی ریاضی بازه‌ای

در این تحقیق با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی بازه‌ای و محاسبه‌ی قیمت سایه‌ای، ارزش واقعی آب به دست آمده است. به این منظور نخست یک الگوی کشت بهینه برای کشاورز نماینده در قالب مدل برنامه‌ریزی خطی بازه‌ای طراحی شد و سپس با افزایش فرضی یک واحد به آب قابل دست‌رس در مدل، قیمت سایه‌ای آب محاسبه شد.

روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی فازی (FMP)[2]، تصادفی (SMP)[3] و بازه‌ای (IMP) برای بهینه‌سازی در شرایط عدم حتمیت (نبود حتمیت) به کار می‌رود. با وجود این که FMP می‌تواند به طور موثری جنبه‌ی احتمالی[4] یک مساله‌ی بهینه‌سازی نامعین[5] را بیان کند، اما ممکن است منتج به زیرمدل‌های پیچیده‌ای شود که کاربرد عملی ندارد. افزون بر آن، FMP نمی‌تواند عدم حتمیت (نبود حتمیت) را به طور مستقیم در فرایند بهینه‌سازی وارد کند (نای و هم‌کاران، ۲۰۰۷). روش SMP نیز برای بیان عدم حتمیت‌های احتمالی گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ اما به داده‌های زیادی برای تعیین توزیع‌های احتمال پارامترها نیاز دارد که این امر قابلیت آن را در عمل تحت تاثیر قرار می‌دهد (نای و هم‌کاران، ۲۰۰۷). روش IMP به دلیل دارا بودن ویژگی‌های زیر بر دو روش بالا برتری دارد: ۱) این روش عدم حتمیت را در فرآیند بهینه‌سازی و جواب‌های به دست آمده، به طور مستقیم وارد می‌کند. ۲) سبب پیچیده‌تر شدن

1-Value of Marginal Product
2 -Fuzzy Mathematical Programming
3 -Stochastic Mathematical Programming
4 -Possibilistic
5 -Inexact

Archive of SID

www.SID.ir

مدل‌های واسطه‌ای نمی‌شود؛ بنابراین به ملزومات کم‌تری برای محاسبات نیاز دارد. ۳) این روش نیاز به اطلاعات توزیعی[1] برای پارامترهای مدل ندارد که این اطلاعات بویژه در کاربردهای عملی مهم هستند؛ زیرا برای طراحان (مهندسان) در مقایسه با تعریف بازه‌های نوسان، تعیین توزیع‌ها به شکل معمول خیلی مشکل‌تر است (هانگ و هم‌کاران، ۱۹۹۵). بر این اساس به فرض این که ضرایب متغیرهای تصمیم در تابع هدف، ضرایب فنی و سمت راست محدودیت‌ها غیرقطعی و در یک بازه در نوسان باشند، فرم کلی برنامه‌ریزی ریاضی بازه‌ای به صورت زیر قابل نمایش است (چاینک و رامادن، ۲۰۰۰):

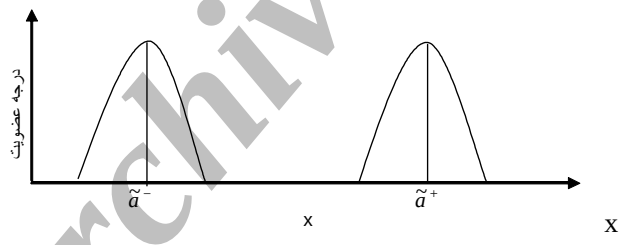
$$\text{Max} \quad Z^{\pm} = \sum_{i=1}^{n} GM_i{}^{\pm} X_i{}^{\pm} \qquad (1)$$

$$\text{S.t}: \quad \sum_{i=1}^{n} A_{ij}{}^{\pm} X_i{}^{\pm} \le b_j{}^{\pm} \qquad j = 1,..., m$$

$$X_i{}^{\pm} \ge 0 \qquad \forall i$$

در این جا $Z^{\pm}$ بازه‌ی سود ناخالص کل مزرعه؛ $GM_i^{\pm}$ بازه‌ی سود ناخالص فعالیت iام؛ $X_i^{\pm}$ بازه‌ی متغیر تصمیم iام؛ $A_{ij}^{\pm}$ بازه‌ی میزان نهاده jام مورد نیاز برای تولید یک واحد از محصول iام و $b_j^{\pm}$ بازه‌ی میزان نهاده‌ی jام در دست‌رس است.

از آن جا که در بسیاری موارد حد بالا و پایین بازه‌ها نیز نامعین[2] است؛ سبب ایجاد به اصطلاح عدم قطعیت (نبود قطعیت) دو جانبه می‌شود که در نگاره‌ی (۱) نشان داده شده است. حدود بالا ($\tilde{a}^{+}$) و پایین ($\tilde{a}^{-}$) به عنوان تابع عضویت قابل تعیین هستند (نای و هم‌کاران، ۲۰۰۷).



نگاره‌ی (۱). حدود نامعین برای بازه‌ی $a^{\pm}$

1- Distribution Information
2- Fuzzy Boundaries

Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس نگاره‌ی (۱)، حدود نامعین $a^{\pm}$ به صورت زیر قابل نمایش است:

$$\text{Max } a^{\pm} = a^{\pm U} \qquad (۲)$$
$$\text{Min } a^{\pm} = a^{\pm L}$$

در این جا فرض شده که چنین وضعیتی برای سمت راست محدودیت‌ها ($b_j^{\pm}$)، حاکم باشد.

برای حل مدل‌هایی مانند الگوی (۱)، روشی توسط رومل‌فانگر و هم‌کاران (۱۹۸۹) ارایه شد که در آن براساس این پیش‌فرض که حد بالا و پایین هم‌بستگی شدید دارند و بنابراین، با مقدار میانگین بازه نیز هم‌بسته‌اند، می‌توان تابع هدف بازه‌ای را به تعداد محدودی هدف قطعی تقسیم و چند مساله‌ی برنامه‌ریزی خطی ساده ساخت. در این جا می‌توان با در نظر گرفتن فقط حد بالا و پایین، مدل (۱) را به صورت دو زیرمدل (۳) و (٤) بازنویسی کرد (چاینک و رامادن، ۲۰۰۰).

$$\text{Max} \quad Z^{+} = \sum_{i=1}^{n} GM_i{}^{+} X_i{}^{+} \qquad (۳)$$
$$\text{S.t :}$$
$$\sum_{i=1}^{n} A_{ij}{}^{-} X_i{}^{+} \le b_j{}^{+U} \qquad j = 1,\ldots, m$$
$$X_i{}^{+} \ge 0 \qquad \forall i$$

با حل زیرمدل (۳)، حد بالای بردار متغیر تصمیم (X^{+}) به دست خواهد آمد.

$$\text{Max} \quad Z^{-} = \sum_{i=1}^{n} GM_i{}^{-} X_i{}^{-} \qquad (٤)$$
$$\text{S.t :}$$
$$\sum_{i=1}^{n} A_{ij}{}^{+} X_i{}^{-} \le b_j{}^{-L} \qquad j = 1,\ldots, m$$
$$X_i{}^{-} \ge 0 \qquad \forall i$$

با حل زیرمدل (٤)، نیز حد پایین بردار متغیر تصمیم (X^{-}) به دست خواهد آمد.

زیرمدل‌های تجربی به کار رفته در این مطالعه به صورت زیر است.

$$\text{Max} \qquad Z^{+} = G_1{}^{+} X_1{}^{+} + G_2{}^{+} X_2{}^{+} + \ldots + G_9{}^{+} X_9{}^{+} \qquad (۵)$$
$$\text{S.t :}$$
$$a) X_1^{+} + X_2^{+} + \ldots + X_9^{+} \le b_1$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$b)C_1^{-}X_1^{+} + C_2^{-}X_2^{+} + ... + C_9^{-}X_9^{+} \le b_2^{+U} \quad ()$$
$$c)ws_1^{-}X_1^{+} + ws_2^{-}X_2^{+} + ws_4^{-}X_4^{+} + ws_9^{-}X_9^{+} \le b_3^{+U}$$
$$d)wm_3^{-}X_3^{+} + wm_4^{-}X_4^{+} + wm_7^{-}X_7^{+} \le b_4^{+U}$$
$$e)wf_1^{-}X_1^{+} + wf_2^{-}X_2^{+} + ... + wf_9^{-}X_9^{+} \le b_5^{+U}$$
$$f)X_3^{+} + X_4^{+} + X_5^{+} + X_8^{+} + X_9^{+} - X_1^{+} - X_2^{+} \le 0$$
$$g)X_i^{+} \ge 0 \qquad \forall i$$

در مدل (۵)، X_1 تا X_9 به ترتیب سطح زیر کشت گندم، جو، خیار سبز، بادمجان، کدو، سبزیجات، کنجد، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی را نشان می‌دهد. G_1 تا G_9 بازده برنامه‌ای یک هکتار از محصولات یاد شده است. علامت‌های "+" حد بالای پارامترها و متغیرهای تصمیم را نشان می‌دهد.

محدودیت ۱ و ۲ مربوط به سطح زیر کشت و سرمایه، محدودیت‌های ۳ تا ۵ به ترتیب مربوط به آب در بهار، تابستان و پاییز و زمستان است. محدودیت ٦ تناوب زراعی در منطقه‌ی مورد مطالعه را نشان می‌دهد و مبین این است که سطح زیر کشت محصولات خیار سبز، بادمجان، کدو، گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی بایستی کوچک‌تر یا مساوی سطح زیر کشت گندم و جو باشد. با حل زیرمدل (۵)، حد بالای متغیرهای تصمیم به دست می‌آید.

زیرمدل تجربی مربوط به حد پایین نیز به صورت زیر است:

$$Max \quad Z^{-} = G_1^{-}X_1^{-} + G_2^{-}X_2^{-} + ... + G_9^{-}X_9^{-} \quad (٦)$$
$$S.t:$$
$$a)X_1^{-} + X_2^{-} + ... + X_9^{-} \le b_1$$
$$b)C_1^{+}X_1^{-} + C_2^{+}X_2^{-} + ... + C_9^{+}X_9^{-} \le b_2^{-L}$$
$$c)ws_1^{+}X_1^{-} + ws_2^{+}X_2^{-} + ws_4^{+}X_4^{-} + ws_9^{+}X_9^{-} \le b_3^{-L}$$
$$d)wm_3^{+}X_3^{-} + wm_4^{+}X_4^{-} + wm_7^{+}X_7^{-} \le b_4^{-L}$$
$$e)wf_1^{+}X_1^{-} + wf_2^{+}X_2^{-} + ... + wf_9^{+}X_9^{-} \le b_5^{-L}$$
$$f)X_3^{-} + X_4^{-} + X_5^{-} + X_8^{-} + X_9^{-} - X_1^{-} - X_2^{-} \le 0$$
$$g)X_i^{-} \ge 0 \qquad \forall i$$

متغیرها، پارامترها و محدودیت‌های این زیرمدل نیز مشابه زیرمدل (۵) تعریف می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

ب) مبانی تئوریک (نظری) تابع تقاضای معیاری

برای دست‌یابی به اطلاعات لازم برای تخمین تابع تقاضای معیاری آب، پس از حل مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی پیش گفته، با تغییر مقادیر آب در دست‌رس، قیمت‌های سایه‌ای متفاوت برای آب محاسبه میشود. سپس با تخمین رگرسیون‌های خطی بین مقادیر یاد شده و قیمت‌های سایه‌ای به دست آمده، تابع تقاضای معیاری برای آب برآورد می‌شود (سلطانی، ۱۳۷۲). کشش‌های قیمتی تقاضا برای فصل‌های مختلف به طور جداگانه و هم‌چنین برای کل مزرعه با تخمین فرم لگاریتم خطی تابع تقاضا به سادگی قابل محاسبه است.

از آن جا که در روش برنامه‌ریزی ریاصی بازه‌ای، عدم حتمیت به نوعی در مدل لحاظ می‌شود، این عدم حتمیت در مترتبات حاصل از مدل نیز به نحوی خود را نشان می‌دهد. برای مثال، یک مدل برنامه‌ریزی خطی بازه‌ای شامل حل دو زیرمدل حد بالا و پایین برای متغیرهای تصمیم مورد نظر است. با توجه به این که می‌توان تابع تقاضای معیاری را از هر دو زیرمدل به دست آورد، می‌توان گفت که توابع تقاضای حد بالا و پایین (در این مقاله برای آب) وجود دارد. به بیان دیگر، تابع تقاضای بازه‌ای می‌تواند وجود داشته باشد. این به معنای وجود توابع تقاضای متعدد نیست، بلکه بیانگر آن است که یک تابع تقاضا با مکان نامشخص در فضای قیمت– مقدار وجود دارد. با توجه به این امر، می‌توان گفت که کشش بازه‌ای نیز بایستی وجود داشته باشد. به این معنی که در مقابل یک درصد تغییر قیمت نمی‌توان به طور قطع گفت چند درصد تغییر در مقدار مصرف نهاده رخ خواهد داد. در واقع، انتظار می‌رود که در مقابل یک درصد تغییر *قیمت*، *مقدار* در یک بازه تغییر کند. بنابراین از یک مدل برنامه‌ریزی بازه‌ای می‌توان به تابع تقاضا و کشش قیمتی بازه‌ای نیز دست یافت. در این مطالعه به این موضوع به طور تجربی پرداخته شده است. افزون بر آن، با تغییر قیمت تنها گزینه برای کشاورز تغییر مقدار نیست، بلکه احتمال دارد کشاورز به تخصیص مجدد آب در مزرعه دست بزند و در نتیجه در طول سال زراعی درصد تغییر در مقدار آب از درصد تغییر در مقدار آب یک فصل به دلیل تغییر قیمت در آن فصل کم‌تر باشد. از این رو در این مطالعه کشش تقاضای کل آب در

Archive of SID

www.SID.ir

سال زراعی مطرح و با اندکی مسامحه، از آن با عنوان کشش قیمتی تقاضای مزرعه نام برده شده است.

ج) داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز

بخشی از داده‌های مورد نیاز از طریق پرسش‌نامه و مصاحبه‌ی حضوری با کشاورزان پیش‌رو دشتستان در تابستان ۱۳۸٦ جمع‌آوری شد. فهرست اسامی این کشاورزان به تعداد ١٤ نفر از سازمان جهاد کشاورزی شهرستان یاد شده گرفته شد. کشاورزان پیش‌رو دارای مزارع بزرگ (بیش از ۲۰ هکتار) هستند و از لحاظ سرمایه، عمل‌کرد در هکتار و مدیریت مزرعه در مقایسه با دیگر کشاورزان در شرایط مساعدتری قرار دارند. مزرعه‌ی نماینده با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده (عمل‌کرد و قیمت محصولات، قیمت و مقدار مصرف نهاده‌ها) ساخته شد. داده‌های تاریخی مورد نیاز برای این تحقیق نیز از اداره‌ها و سازمان‌های مرتبط از جمله سازمان آب دشتستان، مدیریت کشاورزی دشتستان، سازمان جهاد کشاورزی استان بوشهر و شرکت سهامی آب منطقه‌ای بوشهر جمع‌آوری شد.

نتایج و بحث

الف) محاسبه‌ی قیمت تمام شده‌ی هر متر مکعب آب زیرزمینی

ارزش کنونی تمامی هزینه‌های لازم برای استخراج آب از چاه، شامل هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری بر مقدار آب برداشت شده از چاه در سال‌های عمر مفید آن تقسیم شد.

قیمت تمام شده‌ی آب، با عمق چاه رابطه‌ی مستقیم دارد؛ چون با افزایش عمق، مقدار هزینه‌های سرمایه‌ای و جاری افزایش می‌یابد. بیش‌تر موتور پمپ‌های به کار گرفته شده در منطقه‌ی مورد مطالعه دیزلی و میانگین عمق چاه‌ها ٦۰ متر است. به همین دلیل در جدول‌های زیر اقلام مختلف هزینه‌ی حفر و تجهیز یک حلقه چاه با عمق ٦۰ متر و موتور پمپ دیزلی نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۳). هزینه‌های سرمایه‌ای احداث یک حلقه چاه به عمق ٦۰ متر (هزار ریال)

ردیف	شرح	قیمت واحد	قیمت کل
۱	اخذ پروانه‌ی حفر چاه	۱۰۰۰	۱۰۰۰
۲	هزینه‌ی حفر چاه	۱۰۰۰	٦۰۰۰۰
۳	هزینه‌ی خرید موتور پمپ (۲٦ اسب بخار)	۲۵۰۰۰	۲۵۰۰۰
٤	لوله (با قطر ۳ اینچ و طول ۲.۵ متری)	۵۰۰	۱۲۰۰۰
۵	شافت (۲۵mm قطر و ۲.۵m طول)	۳۵۰	۸٤۰۰
٦	اسپیدر (تنظیم کننده‌ی لوله با شافت)	۵۰	۱۲۰۰
۷	سرتخلیه	۲۰۰۰	۲۰۰۰
۸	توربین	۲۵۰۰	۲۵۰۰
۹	سوپاپ	۱۷۰	۱۷۰
۱۰	تسمه (۲۵۰ سانتی‌متری)	۱٦۲	۱٦۲
۱۱	لوله‌ی خرطومی	۵۵	۵۵۰
۱۲	هزینه‌های پیش‌بینی نشده (۵٪ هزینه‌های بالا)	ـــــ	٦۰۹۹
۱۳	هزینه‌ی فرصت سرمایه*		۱۱۷۲۸۲
جمع	ـــــ	ـــــ	۲۳٦۳٦۳

مأخذ: داده‌های بررسی

*. هزینه‌ی فرصت سرمایه، برابر با ارزش کنونی سودی است که به سرمایه‌ی به کار رفته در این ۳۰ سال تعلق می‌گرفت. اگر در زمینه‌ی دیگری، غیر از احداث چاه و خرید تجهیزات آن استفاده می‌شد (در این جا برابر با ارزش کنونی سود سپرده‌ی بلندمدت آن با بهره‌ی ۱۵ درصد در نظر گرفته شده است).

جدول (٤). هزینه‌های جاری (سالانه) استخراج آب (هزار ریال)

ردیف	شرح	مقدار مصرف	هزینه‌ی واحد با حمل	هزینه در سال
۱	سوخت مصرفی (گازوییل)	هر ۲٤ ساعت ۵۰-٤۰ لیتر	۰/۳	۲۰۵۳
۲	روغن	هر ۱۰۰ ساعت ٦ لیتر	۱۲	۲٦۲۸
۳	باتری	سالانه ۲ عدد	۲۰۰	٤۰۰
٤	فیلتر	هر ٤۰۰ ساعت ۱ عدد	۳۵	۳۱۹
۵	تعمیر و نگه‌داری	۳ درصد هزینه‌ی اولیه در هر سال	۲۰۰۰	۲۰۰۰
جمع	ـــــ	ـــــ	ـــــ	۷٤۰۰

ماخذ: داده‌های بررسی

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به جدول‌های (۳) و (٤) و وجود هزینه‌ی تعمیرات اساسی و تعمیق چاه در سال‌های دهم و بیستم به مقدار ۳۰ میلیون ریال و در نظر گرفتن عمر مفید ۳۰ سال برای چاه و ۱۵ سال برای تاسیسات آن، بدون ارزش باقی‌مانده برای تاسیسات؛ به دلیل پیش‌رفت فن‌آوری و ناچیز بودن ارزش بازیافت آن‌ها، ارزش کنونی هزینه‌ها (PWC)[1] با استفاده از فرمول‌های اقتصاد مهندسی (سلطانی، ۱۳۷۵)، به شکل زیر محاسبه شد.

$$PWC = 236363 + 7400(P/A,15\%,30) + 58000(P/F,15\%,15) \quad (۷)$$
$$30000[(P/F,15\%,10) + (P/F,15\%,20)] = 301326$$

در رابطه‌ی بالا عدد ۵۸۰۰۰ برابر با هزینه‌ی جایگزین تاسیسات در پایان سال ۱۵ (پانزدهم) است. بنابراین، ارزش کنونی هزینه‌های برداشت آب از چاه با مشخصات گفته شده در مدت ۳۰ سال، برابر با ۳۰۱۳۲٦ هزار ریال است. در رابطه‌ی بالا، فاکتورهای P/A و P/F به ترتیب برای محاسبه‌ی ارزش کنونی مقادیر یک‌نواخت سالانه و ارزش کنونی مقداری در آینده به کار رفته است. مقدار ۱۵ درصد، نرخ تنزیل را نشان می‌دهد که برابر با نرخ سود سپرده‌های بلندمدت بانک‌ها در نظر گرفته شده است. آخرین اعداد درون پرانتزها مربوط به سالِ فرایند مالی است.

با توجه به این که کشاورزان در دشتستان به طور متوسط در طول سال، روزانه حدود ۱۰ ساعت از چاه آب برداشت می‌کنند (اطلاعات پرسش‌نامه)، برای چاهی با تاسیسات یاد شده، میزان آب برداشت شده بر حسب متر مکعب در سال به نحو زیر محاسبه‌پذیر است:

میزان آب‌دهی چاهی با مشخصات بالا و با قطر لوله‌ی ۳ اینچ براساس نظر کارشناسان ۹ لیتر بر ثانیه یا ۳۲/٤ متر مکعب بر ساعت است و با متوسط ۱۰ ساعت کار در روز برابر با ۱۱۸۲٦۰ متر مکعب در سال و ۳۵٤۷۸۰۰ متر مکعب در مدت ۳۰ سال است.

با تقسیم ارزش کنونی هزینه‌ها بر کل مقدار آب برداشت شده، قیمت تمام شده‌ی هر متر مکعب آب برابر با ۸٤/۹۳ ریال به دست آمد که در واقع قیمت کنونی آب برای کشاورزان را نشان می‌دهد.

---

1 -Present Worth Cost

Archive of SID

www.SID.ir

ب) محاسبه‌ی بازه‌ی قیمت سایه‌ای هر متر مکعب آب زیرزمینی

در ادامه قیمت سایه‌ای آب با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی محاسبه شد و قیمت پیش‌نهادی برای آب کشاورزی برابر با اختلاف قیمت تمام شده و قیمت سایه‌ای بود. در جدول (۵)، ساختار زیرمدل حد بالای تابع هدف نشان داده شده است. گفتنی است که مساحت زمین در دست‌رس قطعی در نظر گرفته شده است.

جدول (۵). ساختار زیرمدل حد بالای تابع هدف (Z^+)

محدودیت‌ها	X_1^+	X_2^+	X_3^+	X_4^+	X_5^+	X_6^+	X_7^+	X_8^+	X_9^+	سمت راست (b_j^{+U})
سطح زیر کشت (هکتار)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳٤
سرمایه (هزار ریال در هکتار)	۱٦۰۰	۱۵۰۰	۷۵۰۰	٦۲۰۰	٤۰۱۰	٤۳۰۰	۳۸۵۰	۱۷۲۰۰	۲۰٤۰۰	۱۵۵۰۰۰
آب در بهار (m^3)	۲٦۰	۲٤۵	–	۲٦۵۰	–	–	۱٤۲۰	–	۲٤۲۰	۳۰۲۱٤
آب در تابستان (m^3)	–	–	–	۱۲۱۰	–	–	٤۳۷۰	–	–	۱۳۵۰۰
آب در پاییز و زمستان (m^3)	۹۹۰	۹۵۰	۳۱۰۰	۵۱۰۰	٦۱۵۰	۵۷۲۰	۱۳۲۰	۹۵۰۰	٦۱۵۰	۱۳۷۹٤۹
محدودیت تناوب زراعی	-۱	-۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰
تابع هدف (Z^+)	٤۹٦۰	۳٦۱۲	۱۷۵۳٤	۳۰۵۹۲	۲۵٤۷۳	۱۰۹٦۱	۳٦٤۰	۱۸۸۰٦	۳۰۲۷٤	Max
جواب‌ها (هکتار)	۱٦/۸۷	۰	۰.۰٤	۸/۳	۸/۳۸	۰	۰	۰	۰	۵۵۱۸۰۲
الگوی واقعی(هکتار)	۱۰	۱	۲	٤	٦	٤	۱	۲	٤	٤۵۵۵۵۸

ماخذ: اطلاعات جمع‌آوری شده و یافته‌های تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج حاصل از تحلیل حساسیت مدل (۵) نشان داد که قیمت سایه‌ای آب در بهار، تابستان و پاییز و زمستان به ترتیب برابر با ۱۷۸، ۵۴۹ و ۱۸۰۲ ریال است. یعنی با افزایش هر متر مکعب به آب قابل دست‌رس، در شرایط مساعدِ نهاده‌ها و بازده برنامه‌ای فعالیت‌ها، به اندازه‌ی مقادیر گفته شده در فصل‌های پیشین به درآمد مزرعه اضافه خواهد شد.جدول (٦)، نیز ساختار زیرمدل حد پایین تابع هدف را نشان می‌دهد.

جدول (٦). ساختار زیرمدل حد پایین تابع هدف (Z^-)

محدودیت‌ها	X_1^-	X_2^-	X_3^-	X_4^-	X_5^-	X_6^-	X_7^-	X_8^-	X_9^-	سمت راست (b_j^{-L})
سطح زیر کشت (هکتار)	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳٤
سرمایه (هزار ریال در هکتار)	۲۰۰۰	۱۹۰۰	۱۰۰۵۰	۸٤۵۰	٦۰۵۰	۵۸۰۰	۵۳٤۰	۲۱۳۰۰	۲۳۸۱۰	۱۲۵۰۰۰
آب در بهار (m^3)	۳۱۰	۳۰۰	_	۳۰۱۰	_	_	۱٦۷۰	_	۲۹۵۰	۲۷۲۰۰
آب در تابستان (m^3)	_	_	۱۳۰۰	۱٦۲۰	_	_	٤۸۵۰	_	_	۱۱۲۰۰
آب در پاییز و زمستان (m^3)	۱۳۲۰	۱۲۸۰	۲٦۰۰	٦۲۰۰	۷٦۵۰	۷۱۰۰	۱۷۵۰	۱۳۲۰۰	۷۸۲۰	۱۱۲۳۱٦
محدودیت تناوب زراعی	-۱	-۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰
تابع هدف (Z^-)	٤۰٤۰	۲۷۸۸	۷٦۷۷	۲۱۷۹۲	۹٦۷۳	٤۸۸۱	۱٦۸۰	۲٦۱۸	۱۵۳۰٦	Max
جواب‌ها (هکتار)	۲۰.٦	۰	۰	٦.۹۱	٤.۱۹	۰	۰	۰	۰	۲۷٤٤۷۵
الگوی واقعی (هکتار)	۱۰	۱	۲	٤	٦	٤	۱	۲	٤	٤۵۵۵۵۸

ماخذ: اطلاعات جمع‌آوری شده و یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از تحلیل حساسیت مدل (٦) نشان داد که قیمت سایه‌ای آب در بهار، تابستان و پاییز و زمستان به ترتیب برابر با ۲۳۲۸، ۳٦٤ و ۲۱۰ ریال است. به دیگر سخن، در شرایط

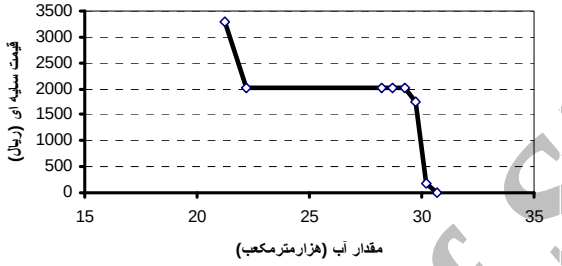
Archive of SID

www.SID.ir

نامساعدِ نهاده‌ها و بازده برنامه‌ای فعالیت‌ها نیز با افزایش هر متر مکعب به آب قابل دست‌رس در مزرعه، به اندازه‌ی مقادیر گفته شده در فصل‌های پیشین به درآمد مزرعه اضافه خواهد شد.

ج) برآورد توابع تقاضای معیاری آب و اثربخشی قیمت‌گذاری

برای تعیین قیمتی مناسب که بتواند به طور موثری تقاضای آب‌های زیرزمینی را کاهش دهد، توابع تقاضای معیاری آب برای فصول و شرایط مختلف برآورد شد. در ادامه، برخی از نمودارها و نتایج آماری مربوط به توابع تقاضا ارایه شده است.



نگاره‌ی (۲). تابع تقاضای معیاری آب در فصل بهار برای شرایط مساعد (حد بالا) مزرعه

نگاره‌ی (۲)، نشان می‌دهد که وقتی قیمت آب از ۰ تا ۱۷۵۲ ریال افزایش می‌یابد، مقدار آب مصرفی از ۳۰۷۱٤ متر مکعب به حدود ۲۹۷۱٤ متر مکعب، یعنی تنها ۱۰۰۰ متر مکعب کاهش می‌یابد. این امر حاکی از کم کشش بودن تابع تقاضای آب و کم اثر بودن قیمت‌های تعیین شده‌ی کم‌تر از ۲۰۰۰ ریال است. نتیجه‌ی تخمین تابع تقاضای لگاریتم خطی آب در این فصل، کم‌کشش بودن تقاضای آب را به زبان ریاضی نشان می‌دهد.

$$\ln Q_S^+ = 10.20 - 0.046 \ln P \qquad (۸)$$

SE: (0.23) (0.021)

تابع برآورد شده‌ی (۸) که در آن $\ln Q_s^+$ لگاریتم طبیعی مقدار حد بالای آب آبیاری در بهار، $\ln P$ لگاریتم طبیعی قیمت سایه‌ای و اعداد درون پرانتز خطاهای معیار پارامترهای برآورد شده

Archive of SID

www.SID.ir

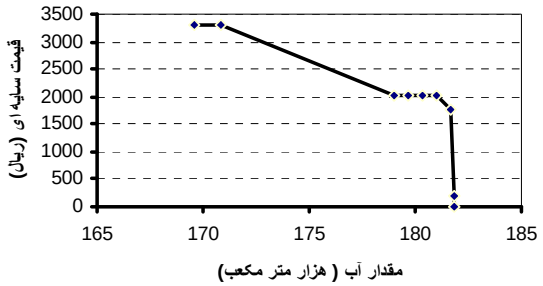
است، کشش قیمتی تقاضا در فصل بهار را مقدار کمِ ۰/۰٤٦ نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، با افزایش ۱ درصد قیمت آب میزان تقاضا برای آن تنها ۰/۰٤٦ درصد کاهش خواهد یافت. این مشابه نتایجی است که اسدی و هم‌کاران (۱۳۸٦)، در ایران و موره و هم‌کاران (۱۹۹٤)، برای کشورهای توسعه یافته در باره‌ی کشش قیمتی تقاضای آب به دست آوردند.

نکته‌ی مهم دیگر این است که اثر افزایش قیمت آب در فصل بهار به فرض ثابت بودن قیمت آن در فصل‌های دیگر، فقط به صورت کاهش مصرف آب در این فصل ظاهر نشده است، بلکه ممکن است سبب تخصیص مجدد آب و یا تغییر الگوی کشت نیز شود. این امر ممکن است سبب شود مصرف آب در طول سال زراعی، به همان میزان ۱۰۰۰ متر مکعب کاهش نیابد. کشش تابع برآورد شده‌ی تقاضای آب برای مزرعه در کل سال در مقابل تغییر قیمت آب در فصل بهار این امر را نشان می‌دهد.

$$\ln Q^{+} = 12.10 - 0.002 \ln P^{+} \qquad (۹)$$

SE: (0.003) (0.0004)

رابطه‌ی (۹) نیز نشان می‌دهد که ۱ درصد افزایش قیمت آب در بهار فقط ۰/۰۰۲ درصد مقدار آب مصرفی در کل سال را کاهش می‌دهد که به مراتب از کشش تصریح شده در رابطه‌ی (۸) کم‌تر است. نگاره‌ی (۳)، این نتیجه را به شکل دیگر نشان می‌دهد.



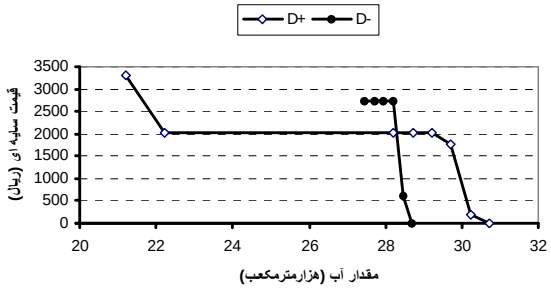
نگاره‌ی (۳). تابع تقاضای معیاری آب برای مزرعه در کل سال در شرایط مساعد

Archive of SID

www.SID.ir

بر اساس نمودار (۲)، با افزایش قیمت آب از ۰ تا ۱۷۵۲ ریال در فصل بهار به فرض ثابت بودن قیمت در فصل‌های دیگر، مقدار آب مصرفی از ۱۸۱۸۳۳ به ۱۸۱۶۶۳ متر مکعب؛ یعنی فقط ۱۶۹ متر مکعب در کل سال کاهش می‌یابد که از ۱۰۰۰ متر مکعب کاسته شده از آب مصرفی در فصل بهار، بسیار کم‌تر است. به بیان دیگر، کشاورزان افزایش قیمت آب را فقط با کاهش مصرف آن پاسخ نمی‌دهند، بلکه با تخصیص دوباره‌ی آب یا تغییر الگوی کشت نیز ممکن است واکنش نشان دهند. بنابراین، کشش قیمتی آب در کل سال از کشش قیمتی آب در یک فصل کم‌تر است. این امر نیز به نحوی سبب کاهش اثربخشی سیاست قیمت‌گذاری آب در راه رسیدن به هدف کاهش مصرف آب آبیاری می‌شود.

با توجه به این که در شرایط مساعد و غیرمساعد یا به گفته‌ی دیگر در حد بالا و حد پایین نهاده‌ها و بازده برنامه‌ای مزرعه، قیمت‌های سایه‌ای متفاوت برای آب به دست آمد و هم‌چنین مقدار آب موجود در شرایط مختلف متفاوت است؛ پس می‌توان انتظار داشت که با تعیین قیمتی یکسان، در شرایط متفاوت، مقادیر مختلفی آب توسط کشاورزان تقاضا شود. به سخن دیگر برای آب یک تابع تقاضای مشخص وجود ندارد. نمودار زیر به عنوان نمونه توابع تقاضای آب را برای فصل بهار در شرایط مختلف نشان می‌دهد.



نگاره‌ی (٤). توابع تقاضای معیاری آب در فصل بهار برای شرایط مختلف

D^+ منحنی تقاضای آب برای شرایط مساعد و D^- منحنی تقاضای آب برای شرایط نامساعد را نشان می‌دهد. بر اساس نگاره‌ی (٤)، در قیمت‌های یکسان، مقدار تقاضا برای آب مقادیر

Archive of SID

www.SID.ir

متفاوتی است. به سخن دیگر، بر اساس یافته‌های این تحقیق با تعیین قیمتی خاص برای آب در یک منطقه باید انتظار داشت که بسته به چگونگی شرایط پیش آمده (مساعد، نامساعد یا شرایط بینابینی) موقعیت تابع تقاضای آب تغییر و در یک بازه متغیر باشد. برای مثال، بر اساس نگاره‌ی (٤) با تعیین قیمت ۵۰۰ ریال برای آب در فصل بهار باید انتظار داشت که بسته به شرایط موجود، مقدار تقاضای آب توسط کشاورز نماینده در بازه‌ی [۳۰۰۰۰ ، ۲۸۷۰۰] متر مکعب در مزرعه‌ی مورد مطالعه، متغیر باشد.

با تخمین فرم لگاریتم خطی توابع تقاضای آب در فصل بهار، کشش قیمتی تقاضا برای شرایط مختلف، محاسبه‌پذیر است.

$$\ln Q_S^+ = 10.20 - 0.046 \ln P \qquad (۱۰)$$

SE : (0.23) (0.021)

$$\ln Q_S^- = 10.21 - 0.017 \ln P \qquad (۱۱)$$

SE : (0.087) (0.008)

بر اساس روابط (۱۰) و (۱۱) ، کشش قیمتی تقاضای آب در شرایط مختلف بسیار پایین است، ولی در شرایط نامساعد پایین‌تر و برابر ۰/۰۱۷ است. یعنی با افزایش قیمت آب به میزان ۱ درصد، مقدار تقاضا برای آن تنها ۰/۰۱۷ درصد کاهش پیدا می‌کند. با توجه به روابط (۱۰) و (۱۱)، با افزایش ۱ درصد قیمت آب، انتظار می‌رود درصد تغییر مقدار تقاضا در بازه‌ی [۰/۰٤٦، ۰/۰۱۷] قرار داشته باشد.

نتایج مشابهی برای تقاضای آب در فصل‌های دیگر به دست آمد که برای رعایت کوتاه‌نویسی از بررسی و بیان آن‌ها در این جا خودداری شده است.

نتیجه‌گیری و پیش‌نهادها

در این مطالعه با استفاده از تکنیک‌های اقتصاد مهندسی و برنامه‌ریزی بازه‌ای قیمت‌گذاری آب آبیاری بررسی شد. بر اساس نتایج به دست آمده قیمت سایه‌ای آب در فصل بهار در بازه‌ی [۲۳۲۸ ، ۱۷۸]، تابستان در بازه‌ی [٥٤۹ ، ۳٦٤] و پاییز و زمستان در بازه‌ی [۱۸۰۲ ،

Archive of SID

www.SID.ir

۲۱۰] ریال قرار دارد. قیمت تمام شده‌ی آب ۸٤/۹٦ ریال به دست آمد؛ یعنی در بیش‌تر موارد اختلاف زیادی بین هزینه‌ی انجام شده برای آب و درآمدی وجود دارد که مصرف هر متر مکعب آب اضافی عاید کشاورزان می‌کند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در اکنون کشاورزان بهای کمی برای آب کشاورزی در منطقه‌ی دشتستان می‌پردازند. در چنین وضعیتی برای کشاورزان انگیزه‌ی مصرف بی‌رویه‌ی آب وجود دارد. نتایج حاصل از تخمین توابع تقاضای معیاری در منطقه‌ی مورد مطالعه، حاکی از این است که تقاضا برای آب آبیاری در فصل‌های مختلف نسبت به تغییر قیمت آب در یک دامنه‌ی معقول برای نرخ‌گذاری، برای مثال تا سطح ۲۰۰۰ ریال، در آن فصل‌ها دارای کشش پایین و *تقاضای آب کل سال* نسبت به تغییر قیمت آن در هر یک از فصل‌ها بسیار پایین است. در واقع افزایش قیمت آب در یک فصل خاص، سبب تخصیص دوباره‌ی آب در کل سال شده و از کاهش قابل ملاحظه‌ی مصرف آن و اثربخشی سیاست قیمت‌گذاری می‌کاهد.

بر اساس نتایج به دست آمده، در شرایط مختلف (از لحاظ میزان آب در دست‌رس و سایر نهاده‌ها)، مقدار تقاضا برای آب در قیمت‌های یکسان، متفاوت است. به سخن دیگر منحنی تقاضا در فضای قیمت- مقدار، دارای مکان معینی نیست و در یک بازه قرار دارد.

منابع

اسدی، ه.، سلطانی، غ.ر. و ترکمانی، ج. (۱۳۸٦). قیمت‌گذاری آب کشاورزی در ایران: مطالعه‌ی موردی اراضی زیر سد طالقان. *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۵۸: ۹۰-٦۱.

جوان، ج. و فال‌سلیمان، م. (۱۳۸۷). بحران آب و لزوم توجه به بهره‌وری آب کشاورزی در نواحی خشک: مطالعه‌ی موردی دشت بیرجند. *مجله‌ی جغرافیا و توسعه*، ۱۱: ۱۳۸-۱۱۵.

سازمان آب دشتستان. (۱۳۸۷). گزارش بررسی محدوده‌های مطالعاتی دشتستان.

سلطانی، غ.ر. (۱۳۷۲). تعیین آب‌بها و تخصیص بهینه‌ی آب در اراضی زیر سدها: مطالعه‌ی موردی سد درودزن. مجموع مقالات دومین سمپوزیم سیاست کشاورزی، انتشارات دانشگاه شیراز، ۲۱۱-۱۹۵.

Archive of SID

www.SID.ir

سلطانی، غ.ر. (۱۳۸۰). اقتصاد مهندسی. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز.

شرکت سهامی آب منطقه‌ای بوشهر. (۱۳۸٦). گزارش بیلان آب محدوده‌های مطالعاتی استان بوشهر.

شرکت مدیریت منابع آب ایران. (۱۳۸۵). مطالعه‌ی وضعیت آب‌های زیرزمینی.

صبوحی صابونی، م.، سلطانی، غ.ر. و زیبایی، م. (۱۳۸٦). ارزیابی راه‌کارهای مدیریت منابع آب زیرزمینی: مطالعه‌ی موردی دشت نریمان در استان خراسان. *مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱ب: ٤۸٤-٤۷۵.

وزارت جهاد کشاورزی. (۱۳۸۵). آمار و اطلاعات آب مصرفی در بخش کشاورزی.

Agricultural Research Center of Canada. (2006). Does Pricing Water Reduce Agricultural Demand? An Example from British Columbia. *Policy Research Initiative.*

Chineck, J. W. and Ramadan, K. (2000). Linear programming with interval coefficients. *Journal of Operational Research Society*, 51: 209–220.

Huang, G. H., Beatz, B. W. and Patry, G. G. (1995). Grey integer programming: an application to waste management planning under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 83: 594-620.

Huang. Q., Rozelle, S. and Howitt, R. (2006). Irrigation Water Pricing Policy in China. *American Agricultural Economics Association Annual Meeting.*

Mesa-Jurado, M. A., Pistón, J. M., Giannoccaro, G. and Berbel, J. (2008). Irrigation Water Value Scenarios for 2015: Application to Guadalquivir River. The 107th EAAE Seminar *"Modeling of Agricultural and Rural Development Policies"*, Seville, Spain.

Moore, M. R., Gollehon, N. R. and Carey, M. B. (1994). Multicrop production decisions in western irrigated agriculture: The role of water price. *American Journal of Agricultural Economics*, 76: 859-874.

Nie, X. H., Huang, G. H., Li, Y. P. and Liu, L. (2007). IFRP: A hybrid interval–parameter fuzzy robust programming approach for waste management planning under uncertainty. *Journal of Environmental Management*, 84: 1-11.

Rommelfanger, H., Hnuscheck, R. and Wolf, J. (1989). Linear programming with fuzzy objectives. *Fuzzy Set and Systems*, 29: 31–48.

Singh, K. (2007). Rational Pricing of Water as an Instrument of Improving Water Use Efficiency in the Agricultural Sector: A Case Study in Gujarat, India. *International Journal of Water Resources Development*, 23: 679–690.

Archive of SID

www.SID.ir