نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹، ص. ۱۹۴-۱۸۵

Journal of Agricultural Economics and Development
Vol. 24, No. 2, Summer 2010, p. 185-194

بررسی نقش قیمت گذاری آب در بخش کشاورزی بر تعادل منابع آب زیر زمینی

حمید بلالی[۱]- صادق خلیلیان[۲*]- مجید احمدیان[۳]

تاریخ دریافت:۸۸/۷/۲۰
تاریخ پذیرش:۸۹/۶/۵

چکیده

در سالهای اخیر بدلیل برداشت‌های بی رویه از منابع آب زیر زمینی در دشت همدان– بهار، سطح آب در آبخوان اصلی این دشت به شدت کاهش یافته و منابع آب زیر زمینی به عنوان مهمترین منبع تامین کننده آب مورد نیاز بخش کشاورزی و شرب شهری با خطر جدی تخلیه مواجه گردیده است. برخی از محققین معتقدند که مدیریت تقاضای منابع آب و بهره گیری از ابزارهای مدیریتی همسو شامل سیاست قیمت گذاری آب در بخش کشاورزی یکی از راهکارهای جلوگیری از تخلیه منابع آب زیر زمینی است. هدف اصلی این تحقیق بررسی تاثیر قیمت گذاری آب آبیاری بر حفظ و بهره برداری منابع آب زیر زمینی و شرایط اقتصادی بخش کشاورزی در دشت همدان– بهار با بهره گیری از مدل برنامه ریزی پویا می باشد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در صورت ادامه شرایط فعلی حاکم بر قیمت آب آبیاری در منطقه مورد مطالعه، آبخوان با بیلان منفی بیش از ۱۷۱ میلیون متر مکعب و با کاهش ارتفاع سطح آب زیر زمینی معادل ۴/۲۸ متر در انتهای دوره برنامه ریزی پنج ساله مواجه خواهد شد. با افزایش قیمت آب آبیاری در قالب سیاست های کشاورزی علی رغم کاهش نسبی منافع اقتصادی در بخش کشاورزی بیلان منفی آب آبخوان تعدیل یافته بطوریکه در ازای قیمت ۱۵۰۰ ریال برای هر متر مکعب آب بیلان حجم آب آبخوان به صفر رسیده و مثبت می گردد.

JEL: C61, CO2, M 11

واژه های کلیدی: برنامه ریزی دینامیک، قیمت گذاری آب، منابع آب زیر زمینی، دشت همدان – بهار

مقدمه

رشد جمعیت و گسترش سطح زیر کشت آبی در سه دهه اخیر بهره برداری از منابع آب در سراسر جهان را افزایش داده و موجب پیشی گرفتن تقاضا بر عرضه جهانی و نهایتا کمیابی منابع آب شده است (۲۱). بطوریکه برخی معتقدند در آینده ای نزدیک رفاه جمعیت جهان بطور قابل توجهی به بهره برداری بهینه و پایدار منابع آب‌های زیر زمینی و سطحی بستگی خواهد داشت (۱۵و۲۳). در داخل کشور نیز طی سالهای گذشته به دلایل متعددی نظیر استحصال بی رویه و غیر منطقی از منابع آب موجود بویژه آبهای زیر زمینی، بروز مشکلاتی نظیر خشکسالی و عدم رعایت اصول حفاظت در بهره برداری از منابع آبی، برخی از منابع آبی کشور نابود شده و یا در معرض خطر نابودی قرار گرفته اند (۱۰). این مسئله در بخش کشاورزی که بیش از ۹۰ درصد حجم آب مصرفی کشور را به خود اختصاص می دهد شرایط حادتری را ایجاد نموده و عامل آب به عنوان یکی از مهمترین عوامل محدود کننده این بخش تبدیل شده است (۱۱). در میان مدت یکی از راهکارهای حل مشکل کمبود آب با توجه به عرضه محدود و متغیر آن مدیریت تقاضای منابع آب و بهره گیری از ابزارهای مدیریتی همسو شامل سیاست‌های قیمت گذاری آب و سیاست‌های متناسب در بخش کشاورزی است. برخی از محققین معتقدند که اگر چه سیاستهای نادرست سازمانی باعث بهره برداری غیر بهینه از منابع آب می گردد، اما قیمت پایین منابع آب و عدم پرداخت زارعین برای بهره برداری از آن منشا اصلی ناکارآمدی در بهره برداری از منابع آب در بخش کشاورزی و تخریب آن است (۱۷). منابع آب زیرزمینی که در حدود یک چهارم آب شیرین زمین را تشکیل می دهند، در اغلب نواحی خشک و نیمه خشک بعنوان تنها منبع برای مقاصد شرب و آبیاری در دسترس بهره برداران قرار دارند (۲۳). در دشت همدان – بهار که در غرب ایران و در ناحیه اقلیمی نیمه خشک قرار گرفته میانگین بارندگی سالانه ۳۲۴ میلیمتر بوده و درصد بالایی از منابع آب مورد نیاز این دشت توسط منابع آب زیر زمینی تامین می گردد. محدودیت آب به عنوان مهمترین عامل محدود کننده فعالیت‌های کشاورزی در این منطقه است. تقریبا ۴۹ درصد از زمینهای زراعی آبی این منطقه مجهز به سیستم‌های آبیاری تحت فشار بوده و اغلب زمینهای زراعی آبی دارای آبیاری به شیوه‌های سنتی می باشند (سازمان جهاد کشاورزی استان همدان، ۱۳۸۶). در این منطقه

۱و۲-دانشجوی دکتری و دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
(*- نویسنده مسئول: E-Mail:khalil_s@modares.ac.ir)
۳- استاد دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران

Archive of SID
www.SID.ir

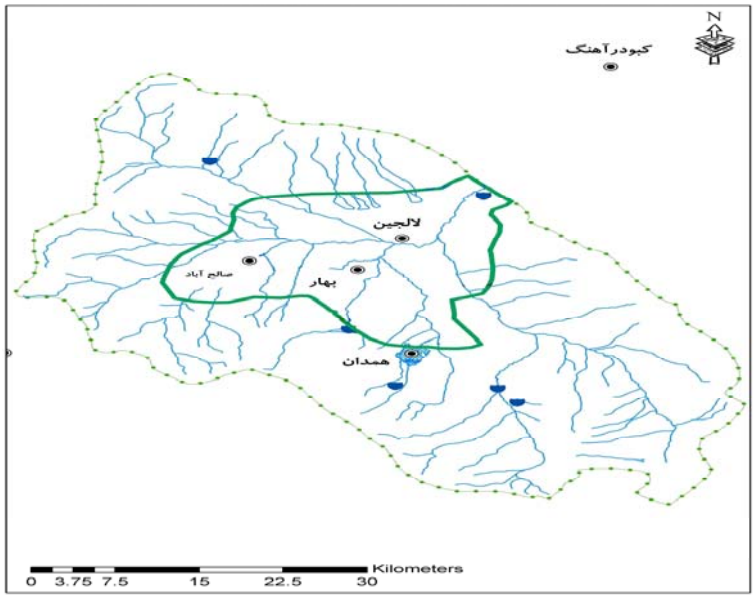
رودخانه دائمی وجود ندارد و آبهای سطحی بدلیل پایین بودن متوسط بارندگی و عدم تناسب زمانی نقش محدودی در تامین آب بخش کشاورزی این منطقه ایفا می کنند. از اینرو منابع آب زیر زمینی مهمترین منبع تامین کننده آب کشاورزی و حتی آب شرب شهری و صنعتی در این منطقه بوده بطوریکه بیش از ۸۰ درصد آب مورد نیاز بخش کشاورزی و در حدود ۵۰ درصد آب شرب شهری از طریق منابع آب زیر زمینی دشت همدان- بهار و آبخوان اصلی دشت تامین می گردد(سازمان آب و فاضلاب استان همدان، ۱۳۸۷; شرکت سهامی آب منطقه ای استان همدان،۱۳۸۳). گسترش سطحی آبخوان اصلی این دشت ۵۲۰ کیلومتر مربع است (شکل ۱)، که برای بررسی دقیقتر تاثیر متغیرهای مختلف بر بیلان منابع آب زیر زمینی دشت و با نظر کارشناسان مرتبط محدوده ای با وسعت ۴۶۸ کیلو متر مربع از سطح آبخوان اصلی که از لحاظ سفره آب زیر زمینی بصورت یک منطقه مستقل و مجزا از دیگر حوزه ها قابل تفکیک است به عنوان منطقه اصلی انجام مطالعات انتخاب گردیده است (شرکت سهامی آب منطقه ای همدان، ۱۳۷۹). در سالهای اخیر بدلیل گسترش سطح زیر کشت محصولات با نیاز آبی بالا و برداشتهای بی رویه، سطح آب در این دشت به شدت کاهش یافته و منابع آب زیر زمینی به عنوان مهمترین منبع تامین کننده آب مورد نیاز این دشت با خطر جدی تخریب مواجه گردیده است. در این مدت تلاشهای متعددی از سوی سیاست گذاران محلی به منظور کنترل تخلیه شدید منابع آب زیر زمینی دشت صورت پذیرفته ولی نتایج این سیاست ها کارساز نبوده و ادامه بهره برداری بی رویه از منابع آب زیر زمینی باعث افت بیش از ۱۱ متری سطح آب آبخوان در طول دو دهه اخیر گشته است (شرکت سهامی آب منطقه ای استان همدان، ۱۳۸۷). هدف اصلی این تحقیق بررسی تاثیر سیاست قیمت گذاری آب آبیاری در بخش زراعی به عنوان ابزار تاثیرگذار بر حفظ و بهره برداری منابع آب زیر زمینی در دشت همدان- بهار با بکارگیری مدل برنامه ریزی پویا می باشد. در ارتباط با تاثیر قیمت گذاری بر بهره برداری از منابع آب و استفاده بهینه از این منابع مطالعاتی متعددی در داخل و خارج از کشور صورت گرفته که هر یک بر حسب ویژگی منطقه مطالعاتی دارای نتایج مختلفی است. شجری و ترکمانی (۱۲) در مطالعه ای به بررسی تاثیر قیمت گذاری آب آبیاری بر میزان تقاضای آب کشاورزان در حوضه آبریز درودزن پرداختند. در این تحقیق از تئوری مطلوبیت چند خاصیتی[1] (MAUT) در چارچوب تئوریکی برنامه ریزی تصمیم گیری چند معیاری استفاده گردید. بر اساس نتایج بدست آمده گروههای مختلف کشاورزان در مقابل سیاست قیمت گذاری آب (افزایش نرخ آب بها) عکس العملهای متفاوتی در مورد ترکیب کشت محصولات و کاهش مصرف آب در هکتار نشان می دهند و تأثیر سیاست قیمت گذاری آب آبیاری بطور معنی داری در بین گروههای مختلف کشاورزان متفاوت می باشد. عابدی شاپورآبادی (۱۳) در تحقیق خود تاثیر سیاست قیمت گذاری آب کشاورزی در حفظ منابع آبی در حوزه آبی زاینده رود را تحلیل و بررسی نمود. در این تحقیق برای تحلیل سیاست قیمت گذاری آب آبیاری به منظور حفظ منابع آبی به ترتیب از مدلهای برنامه ریزی خطی، مدل جایگزینی عوامل و تابع هزینه ترانسلوگ استفاده شده است. یافته‌های تحقیق نشان دادند که بدلیل کم کشش بودن تقاضای آب کشاورزی سیاست‌های قیمت گذاری به تنهایی نمی تواند موجب تغییرات مصرف این نهاده کمیاب گردد ولی کنترل از طریق قیمت حتی المقدور می تواند در استفاده از آبهای زیرزمینی موثر واقع شود و تعیین قیمت آب بطور عادلانه می تواند نقش تعیین کننده ای در تخصیص منابع آبی داشته باشد. حسین زاد (۸) نیز با بهره گیری از مدل برنامه ریزی ریاضی به بررسی نقش سیاست‌های قیمتی در مدیریت تقاضای آب کشاورزی پرداخته است. نتایج نشان داد که وضع قیمت واقعی آب در صورت کنترل قیمت محصولات کشاورزی تاثیر قابل توجهی بر کاهش بهره برداری از منابع آب و تغییر الگوی کشت بصورت جایگزینی محصولات با نیاز آبی پایین با محصولات آب بر می گردد. همچنین مطالعات روحانی (۹) و جعفری (۷) در دشت همدان – بهار نشان داد که تعدیل سیاست‌های بخش کشاورزی شامل سیاست قیمت گذاری آب و سرمایه گذاری در جهت بهبود تکنولوژی آبیاری نقش موثری در کاهش تخلیه منابع آب زیر زمینی به همراه دارند. در خارج از کشور نیز مطالعات مختلفی در ارتباط با تاثیر سیاست قیمت گذاری آب آبیاری بر بهره برداری آن صورت گرفته است. لیکزیا هی (۲۲) در تحقیقی با عنوان بهبود کارایی تخصیص آب آبیاری به تحلیل تاثیر گزینه‌های مختلف سیاستی شامل قیمت گذاری آب در بخش کشاورزی بر حفظ منابع آبی در کشورهای مصر و مراکش پرداخت. در این تحقیق از الگوی تعادل جزئی[2] برای تشکیل مدل بخش کشاورزی دو کشور برای تحلیل سیاست‌های مرتبط با آب استفاده شد. در هر دو مدل مازاد رفاه مصرف کننده و تولیدکننده محصولات کشاورزی با توجه به محدودیت‌های تعادلی، منابع، تکنولوژی و سیاستی حداکثر گردید. نتایج این تحقیق دلالت بر معنی دار بودن تاثیر سیاست قیمت گذاری آب بر بهره برداری این منابع در کشور مراکش و غیر حساس بودن تقاضای آب آبیاری نسبت به قیمت آب در کشور مصر دارند. در مطالعه ریزگو (۲۵) اثر سناریوهای سیاستی مختلف شامل سیاست‌های بخش کشاورزی و سیاست‌های قیمت گذاری آب بر بخش کشاورزی در اسپانیا با بهره گیری از مدل‌های برنامه ریزی ریاضی چند ضابطه ای تحلیل و بررسی شد.

1-Multi Attribute Utility Theory

2-Partial Equilibrium

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- موقعیت جغرافیایی دشت همدان- بهار و محدوده آبخوان اصلی آن

نتایج نشان داد که قیمت گذاری آب در سطح پوشش کامل هزینه[1] نسبت به شرایط عادی در منطقه که قیمت آب صفر می باشد، می تواند در حدود ۵۰ درصد مصرف و تقاضای آب را کاهش دهد. نتایج اغلب مطالعات دیگر در این زمینه (۱۴،۱۸،۱۹،۲۰و۲۴) نیز دلالت بر این دارند که قیمت گذاری آب در بخش کشاورزی یکی از مهمترین ابزارها برای کنترل بهره برداری بی رویه آب و تخریب این منابع است. در این مطالعه فرض شده که وضع قیمت آب به عنوان یک ابزار سیاستی اقتصادی می تواند نقش موثری در کنترل بهره برداری بی رویه منابع آب زیر زمینی در بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین مصرف کننده منابع آب در منطقه مورد مطالعه به همراه داشته باشد.

مواد و روش ها

در این مطالعه برای تحلیل تاثیر قیمت گذاری آب آبیاری بر تعادل منابع آب‌های زیر زمینی از مدل برنامه ریزی پویا استفاده گردیده است. در تابع هدف مدل بکار رفته فرض شده است که زارعین به دنبال حداکثر سازی منافع اقتصادی حاصل از فعالیتهای کشاورزی در طول زمان برنامه ریزی بوده و برای این منظور با بهره برداری از منابع آبهای زیر زمینی بر تعادل این منابع تاثیر می گذارند. چارچوب کلی مدل برنامه ریزی پویا بصورت زیر می باشد:

$$Max: \quad PVGM = \sum_i \sum_j \sum_s \sum_t \left\{ (P_{it} Y_{ijst} - C_{ijst}) - CW_{ijst}(h_t, \bar{E}, PE_t, PW_t).AW_{ijs} \right\}.X_{ijst} * \frac{1}{(1+r)^t} \qquad (۱)$$

s.t:

$$\bar{+}\Delta V_t = R_t + Q_t^n - Q_t^{EX} \qquad (۲)$$

$$R_t = I_t + \Pr e_t + Sur_t + SW_t + \bar{R}_t \qquad (۳)$$

$$Q_t^{EX} = \sum_i \sum_j \sum_s X_{ijst}.AW_{ijs} + D_t \qquad (۴)$$

$$h_t = h_{t-1}(\pm \quad \Delta V) * \frac{1}{A.q} \qquad (۵)$$

$$h_t = h_{t-1} - \left[(R_t + Q_t^n) - (\sum_i \sum_j \sum_s X_{ijst}.AW_{ijs} + D_t) \right] * \frac{1}{A.q} \qquad (۶)$$

$$Q_t^{EX} \le WPC_t \qquad (۷)$$

$$WPC_t \le IC + (\sum_{t=1}^{t-1} R_t + \sum_{t=1}^{t-1} Q_t^n - \sum_{t=1}^{t-1} Q_t^{EX}) \qquad (۸)$$

1-Full Cost Recovery

Archive of SID

www.SID.ir

$$C_{ijst} = LC_{ijst} + Machc_{ijst} + Ferc_{ijst} + DC_{ijst} + OC_{ijst} \quad (۹)$$

$$CW_{ijst} = \left[CWE(h_{st}, E, PE_t) + PW_t\right].AW_{ijst} \quad (۱۰)$$

$$CWE = h_t.\bar{E}.PE_t \quad (۱۱)$$

$$\sum_i \sum_j X_{ijst} \le Land_{st} \quad (۱۲)$$

$$\sum_i \sum_j \sum_s f_{ijst}.X_{ijst} \le B_t \quad (۱۳)$$

$$\sum_j \sum_s X_{ijst} \le M_{it} \quad (۱۴)$$

$$X_{ijst} \ge 0 \quad (۱۵)$$

معادله (۱) تابع هدف مدل برنامه ریزی پویا بوده که شامل حداکثر سازی ارزش فعلی بازده ناخالص سالانه ($PVGM$)[1] حاصل از فعالیت‌های کشاورزی و نهاده هایی نظیر آب، زمین، مدیریت و دیگر نهاده ها در طول دوره برنامه ریزی شده می باشد. در این مطالعه فرض بر این است که بازده ناخالص فعالیت‌های کشاورزی شاخص و تخمین زننده مطلوبی از منافع اقتصادی این فعالیت ها بوده (۱۶و۲۶) که بصورت تفاوت درآمد حاصل از فعالیت‌های کشاورزی و مجموع هزینه‌های متغیر و هزینه بهره برداری از منابع آب در نظر گرفته شده است. در معادله تابع هدف i محصول زراعی (i=1,…,9)، j تکنولوژی آبیاری (j=1,2)، s مناطق موجود در محدوده مطالعاتی (s=1,…,4)، t بیانگر سال‌های دوره برنامه ریزی (t=1,…,5) است. همچنین P قیمت محصول، Y عملکرد محصولات زراعی، C هزینه متغیر تولید محصول در هکتار به استثنای هزینه آب و زمین، CW هزینه استفاده از آب در هکتار زمین زراعی، AW میزان آب مصرفی محصول زراعی در هکتار، X سطح زیر کشت محصول زراعی و r نرخ بهره رایج در جامعه است. معادلات تعادل منابع آب اولین دسته از سری معادلاتی هستند که برای توضیح پویایی مدل برنامه ریزی بصورت محدودیت وارد مدل شده اند. محدودیت (۲) بیانگر بیلان منابع آب زیر زمینی است که در آن ΔV تغییرات حجم آب آبخوان (بر حسب m^3)، R خالص جریان ورودی به منابع آب زیر زمینی از سطح زمین محدوده بیلان آبخوان (نظیر بارندگی، تغذیه مصنوعی و ...)، Q_t^n خالص جریانهای ورودی به آبخوان از لایه‌های زیرزمین در زمان t و Q_t^{EX} کل بهره برداری از منابع آب زیر زمینی برای مقاصد مختلف از جمله کشاورزی است. عوامل موثر بر خالص جریان ورودی به محدوده آبخوان در معادله (۳) اشاره شده اند. در این محدودیت، I_t حجم آب ورودی از سطح زمین به محدوده بیلان از طریق آبیاری محصولات کشاورزی، $\Pr e_t$ میزان نزولات آسمانی وارد شده به محدوده بیلان، Sur_t خالص آب سطحی نفوذ یافته به سفره آب زیر زمینی از طریق رودخانه ها و سیلابها، SW_t حجم آب نفوذ یافته به محدوده بیلان از طریق پساب‌های شهری و روستایی و صنعتی و در نهایت $\bar{R}_t$ حجم آب ورودی به محدوده بیلان آبخوان در نتیجه اجرای پروژه‌های تغذیه مصنوعی است. در این مدل بهره برداری صورت گرفته از منابع آب زیر زمینی (Q_t^{EX}) شامل بهره برداری برای فعالیتهای کشاورزی و بهره برداری برای مقاصد شرب شهری (D) است که در معادله (۴) اشاره شده است. این محدودیت در واقع بیان کننده ارتباط بین بخش کشاورزی و بیلان منابع آب زیر زمینی است که در آن AW بیانگر نیاز آبی هر یک از محصولات درهر یک از ناحیه ها و با سیستم آبیاری مختلف در سطح مزرعه می باشد. طبیعی است که در صورت تغییر حجم آب در محدوده بیلان سفره آب زیر زمینی با فرض عدم تغییر سطح و شکل کلی آبخوان سطح و ارتفاع آب نسبت به سطح زمین نیز دچار تغییر خواهد شد. معادله (۵) بیانگر این تغییرات بوده که در آن h ارتفاع سطح آب آبخوان نسبت به سطح زمین (بر حسب m)، A سطح لایه آبدار یا آبخوان (بر حسب m^2) و q آبدهی مخصوص[2] آبخوان می باشد. در معادلات اشاره شده برای تعادل منابع آب زیر زمینی متغیرهای ΔV، h و Q^{EX} متغیرهای درون زا بوده و از طریق مدل تعیین می گردند و سایر متغیرهای اشاره شده متغیرهای برون زا خواهند بود.

معادلات (۷) و (۸) دلالت بر روابط و محدودیت‌های مقدار آب مصرفی و مقدار آب موجود آبخوان دارند بطوریکه WPC حداکثر ظرفیت قابل پمپاژ آبخوان وIC ظرفیت اولیه آب آبخوان در زمان شروع برنامه ریزی می باشد. در این مطالعه متغیر حداکثر ظرفیت قابل پمپاژ آب آبخوان با استفاده از روش مطرح شده توسط بلالی محاسبه گردید (۱). معادلات (۹) تا (۱۱) نیز هزینه متغیر تولید و هزینه بهره برداری از آب در یک هکتار زمین زراعی را توضیح می دهند. بر اساس این معادلات هزینه متغیر تولید شامل هزینه نیروی کار (LC)، هزینه ماشین آلات (Machc)، هزینه استفاده از کود (Ferc)، هزینه استهلاک ادوات و ماشین آلات (DC) و هزینه سایر نهاده ها شامل (OC) بذر، سموم و ... می باشد. در این مطالعه هزینه بهره برداری از منابع آب زیر زمینی در دو بخش هزینه استخراج (CWE) و قیمت پرداختی به آب (PW) در نظر گرفته شده است. هزینه استخراج آب زیر زمینی در یک هکتار بصورت تابعی از ارتفاع پمپاژ آب (h)، قیمت انرژی (PE) و فاکتور متوسط انرژی مصرفی برای پمپاژ یک متر مکعب آب به ارتفاع یک متر ($\bar{E}$) بعنوان

1-Present Value of Gross Margin

2-Specific Yield

Archive of SID

www.SID.ir

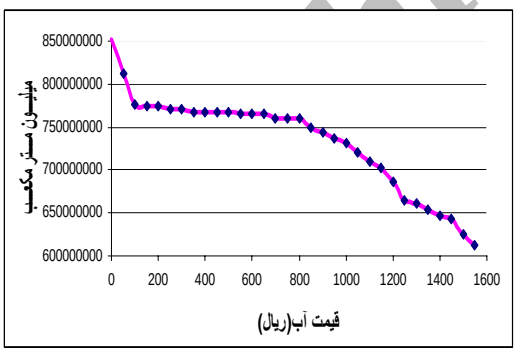
شاخص راندمان موتورهای پمپ در نظر گرفته شده است. معادلات (۱۲) و (۱۳) نیز محدودیت مربوط به زمین و سایر نهاده ها می باشد که در آن Land مقدار زمین در دسترس بر حسب هکتار و B مقدار موجود سایر نهاده‌های تولید اعم از ماشین آلات، نیروی کار، کودهای شیمیایی و ... بوده و f نیز ضرایب فنی مربوط به هر یک از نهاده‌های مذکور در تولید محصولات زراعی است. معادله (۱۴) محدودیت بازار در تولید برخی از محصولات زراعی است که در آن M حداکثر پتانسیل بازار برای جذب برخی محصولات تولید شده است که بر اساس نظر کارشناسان محلی تعیین گردیده است. این تحقیق بر این فرض استوار است که افزایش قیمت آب سبب تغییر رفتار تولیدی زارعین بصورت تغییر الگوی کشت مبنی بر جایگزینی محصولات با نیاز آبی پایین بجای محصولات با نیاز آبی بالا و توسعه سرمایه گذاری در جهت گسترش روشهای آبیاری با راندمان بالا گشته که نتیجه این تغییرات کاهش بهره برداری از منابع آب زیر زمینی و حفظ این منابع را به همراه خواهد داشت. در این مطالعه اطلاعات و داده‌های مورد نیاز در ارتباط با ضرایب فنی تولید محصولات کشاورزی، قیمت محصولات و نهاده‌های تولید و سایر اطلاعات زراعی مرتبط با محصولات از طریق نمونه گیری تصادفی و تکمیل ۳۰۰ پرسشنامه در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ و همچنین از طریق سازمان جهاد کشاورزی همدان تهیه گردید. داده‌های مربوط به ویژگیهای فنی آبخوان در دشت همدان- بهار نیز از طریق مطالعات صورت گرفته پیشین در منطقه جمع آوری شد.

نتایج و بحث

با استفاده ازحل مدل برنامه ریزی دینامیک در سطوح مختلف قیمت آب اثرات تغییر قیمت آب در قالب سیاست قیمت گذاری بر متغیرهای اصلی تشکیل دهنده تعادل منابع آب زیر زمینی شامل تغییر حجم آب آبخوان (ΔV)، ارتفاع سطح آب آبخوان نسبت به سطح زمین (h)، میزان بهره برداری آب و شرایط اقتصادی کشاورزان در منطقه مورد مطالعه در طول افق برنامه ریزی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج در دو بخش شامل تغییرات هیدرولوژیکی منابع آب زیر زمینی (آبخوان) و رفتار بخش کشاورزی تحلیل و بررسی می گردد.

تغییرات هیدرولوژیکی آبخوان

در این مطالعه مقادیر مختلفی از قیمت آب در دامنه منطقی و قابل قبول صفر تا ۱۵۰۰ ریال برای هر متر مکعب آب بمنظور تحلیل آثار قیمت گذاری آب بر حفظ منابع آبی و متغیرهای اصلی تشکیل دهنده تعادل منابع آب زیر زمینی در قالب مدل برنامه ریزی پویا در نظر گرفته شد. از حل مرحله ای مدل برنامه ریزی پویا در سطوح مختلف قیمت آب و همجمعی[1] بهره برداری آب در سالهای مختلف دوره برنامه ریزی منحنی استخراج منابع آب زیر زمینی بصورت شکل (۲) ترسیم گردید. بررسی منحنی استخراج آب زیر زمینی نشان می دهد که مصرف آب در طول این منحنی دارای رفتارهای متفاوتی است. در دامنه قیمتی صفر تا ۱۰۰ ریال به ازای هر متر مکعب، افزایش قیمت آب تاثیر قابل توجهی در ذخیره سازی منابع آب زیر زمینی و کاهش بهره برداری آن دارد. بطوریکه با افزایش قیمت آب از مقدار واقعی آن یعنی قیمت صفر تا ۱۰۰ ریال استخراج آب آبخوان در طول دوره پنج ساله برنامه ریزی از مقدار ۸۵۲ میلیون متر مکعب به مقدار تقریبی ۷۷۷ میلیون متر مکعب کاهش می یابد که این مقدار کاهش در بهره برداری از منابع آب بدلیل تغییر رفتار کشاورزان در تعیین الگوی کشت در ازای تغییر قیمت آب می باشد (جدول ۱). در دامنه قیمتی بین ۱۰۰ تا ۷۵۰ ریال تغییرات درمصرف آب دارای شیب کاهشی ملایمی است. در این بازه قیمتی، بهره برداری آب آبخوان در طول افق برنامه با کاهش ۲ درصدی همراه است. با افزایش قیمت آب تا مرز ۱۰۰۰ ریال برای هر متر مکعب کشش استخراج منابع آب زیر زمینی نسبت به قیمت آن افزایش یافته و کل بهره برداری آب در آبخوان مورد مطالعه تا حدود ۷۳۱ میلیون متر مکعب کاهش می یابد. نتایج تحقیق نشان می دهد که افزایش قیمت آب از ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ ریال تاثیر بیشتری در کاهش مصرف آب داشته، بطوریکه در قیمت ۱۵۰۰ ریال بهره برداری از منابع آب تا مرز ۶۲۴ میلیون متر مکعب کاهش می یابد. طبیعی است که ادامه اعمال این نرخ برای عامل آب می تواند باعث افزایش عمر اقتصادی آبخوان و هدایت بهره برداری آب بر اساس مفاهیم پایداری گردد (جدول ۱).



شکل۲- منحنی استخراج آب زیر زمینی در افق پنج ساله برنامه ریزی

رفتار تعادلی آبخوان شامل تغییرات حجم تعادلی آب زیر زمینی و ارتفاع سطح آب نسبت به سطح زمین در ازای سطوح مختلف قیمت آب در شکل‌های (۳) و (۴) ارائه شده است. در قیمت صفر برای عامل

1-Aggregation

Archive of SID

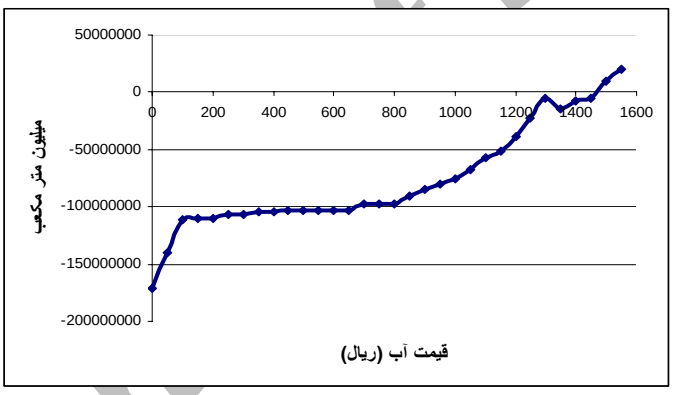
www.SID.ir

آب تغییرات حجم آب در آبخوان مورد مطالعه معادل ۱۷۱۵۰۶۲۰۶- می باشد. بعبارت دیگر در صورت ادامه شرایط فعلی حاکم بر قیمت آب آبیاری در منطقه مورد مطالعه در انتهای دوره برنامه ریزی پنج ساله آبخوان با بیلان منفی بیش از ۱۷۱ میلیون متر مکعب و کاهش ارتفاع سطح آب زیر زمینی معادل ۴/۲۸ متر مواجه خواهد شد. با وضع قیمت ۱۰۰ ریال برای هر متر مکعب آب، بیلان منفی آبخوان در طول کل دوره برنامه ریزی با بهبود ۳۵ درصدی نسبت به شرایط موجود مواجه خواهد شد. بطوریکه اشاره گردید در دامنه قیمتی ۱۰۰ تا ۷۵۰ ریال با افزایش قیمت هر واحد آب آبیاری علی رغم تغییرات قابل توجه نسبت به وضعیت موجود منطقه، روند بهبود شاخص‌های هیدرولوژیکی آبخوان حالت کندتری به خود گرفته و تغییرات قابل توجهی در بهبود بیلان منفی آبخوان و کنترل ارتفاع سطح آب نسبت به سطح زمین مشاهده نمی گردد. طبیعی است این رفتار بیلان آب زیر زمینی نسبت به افزایش قیمت آب در دامنه قیمتی اشاره شده بدلیل عدم تغییر قابل توجه در الگوی کشت زراعی در منطقه مورد مطالعه است.

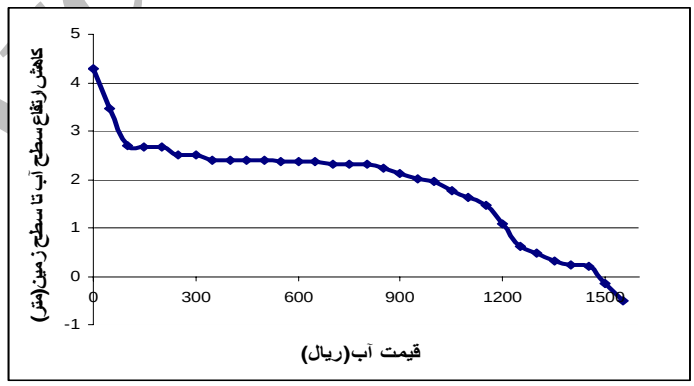
طبیعی است که با افزایش قیمت آب آبیاری در قالب سیاست‌های کشاورزی بیلان منفی آب آبخوان تعدیل یافته بطوریکه در ازای قیمت ۱۵۰۰ ریال بیلان حجم آب آبخوان به صفر رسیده و مثبت می گردد. بیلان مثبت آبخوان بدین مفهوم است که شرایط لازم برای گسترش زمینهای کشاورزی آبی با توجه به بهره برداری پایدار از منابع آب زیر زمینی مهیا می گردد بطوریکه همواره در بلندمدت بیلان صفر آب آبخوان تامین گردد.

الگوی کشت و شرایط اقتصادی بخش کشاورزی

بطوریکه اشاره گردید سیاست قیمت گذاری آب بعنوان یک ابزار اقتصادی بازده ناخالص محصولات کشاورزی را تغییر داده و باعث تشویق زارعین برای تغییر الگوی کشت می گردد. خلاصه تغییرات صورت گرفته در الگوی کشت و ویژگیهای اقتصادی بخش کشاورزی در ازای وضع سطوح مختلف قیمت آب در جدول (۲) نشان داده شده است.



شکل ۳- تغییرات حجم آبخوان در افق پنج ساله برنامه ریزی به ازای قیمت‌های مختلف آب



شکل ٤- کاهش ارتفاع سطح آب تا سطح زمین در در افق پنج ساله برنامه ریزی به ازای قیمت‌های مختلف آب

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تاثیر قیمت گذاری آب بر منابع آب زیر زمینی آبخوان در افق پنج ساله برنامه ریزی

قیمت آب (ریال به متر مکعب)	بهره برداری آب (متر مکعب) Q^{EX}	درصد تغییر نسبت به شرایط موجود (قیمت صفر)	بیلان حجم آب آبخوان (متر مکعب) ΔV	درصد تغییر نسبت به شرایط موجود (قیمت صفر)	تغییر سطح آب زیر زمینی (متر) h
۰	۸۵۱۶۷۹۱۸۹	-	-۱۷۱۵۰۶۲۰۶	-	-۴/۲۸۶
۱۰۰	۷۷۶۶۵۱۳۷۵	- ٪ ۹	-۱۱۱۴۸۳۹۵۵	٪۳۵	-۲/۷۰۲
۲۵۰	۷۷۰۴۶۲۶۷۵	- ٪۹/۵	-۱۰۶۵۳۲۹۹۵	٪۳۷/۸	-۲/۵۰۴
۵۰۰	۷۶۶۷۷۵۷۹۷	- ٪ ۱۰	-۱۰۳۵۸۳۴۹۳	٪۴۰	-۲/۴
۷۵۰	۷۵۹۷۴۳۴۷۴	-٪۱۰/۷	-۹۷۹۵۷۶۳۴	٪۴۲/۸	-۲/۳۱۸
۱۰۰۰	۷۳۱۲۹۱۴۹۶	- ٪۱۴	-۷۵۱۹۶۰۵۲	٪۵۶	-۱/۹۶۶
۱۲۵۰	۶۶۵۳۸۳۲۳۵	-٪۲۱/۹	-۲۲۴۶۹۴۴۳	٪۸۶/۸	-۰/۶۲۸
۱۵۰۰	۶۲۴۵۵۸۴۹۹	-٪ ۲۷	+۱۰۱۹۰۳۴۵	٪۱۰۵	+ ۰/۱۵۶

ماخذ: نتایج تحقیق

در سطح قیمت واقعی صفر برای آب آبیاری که در شرایط کنونی در منطقه مورد مطالعه حاکم می باشد اغلب محصولات عمده تولید شده در دشت همدان- بهار از جمله محصول یونجه در ترکیب الگوی کشت قرار گرفته اند. ارزش فعلی بازده ناخالص حاصل از فعالیت‌های کشاورزی در کل دوره برنامه ریزی بالغ بر ۱۴۲۰۹۴۴ میلیون ریال و کل نیروی کار استفاده شده در بخش کشاورزی معادل ۵/۶ میلیون نفر روز کار است. با افزایش قیمت آب آبیاری به نرخ ۱۰۰ ریال برای هر متر مکعب آب، بهره برداری از منابع آب زیر زمینی با کاهش ۹ درصدی همراه بوده و ارزش فعلی بازده ناخالص به ۱۳۶۱۸۰۶ میلیون ریال کاهش می یابد. طبیعی است که این تغییرات در نتیجه تغییر رفتار کشاورزان بدلیل افزایش قیمت عامل آب آبیاری و شامل کاهش کشت محصولات با نیاز آبی بالا (یونجه و سیب زمینی) و جایگزینی آنها با محصولات با نیاز آبی پایین (کلزا) است. در نرخهای قیمتی بالاتر از قیمت صفر برای عامل آب محصول یونجه بدلیل نیاز آبی بالا و در نتیجه افزایش هزینه بهره برداری از آب دارای توجیه اقتصادی نبوده و بطور کامل از الگوی کشت پیشنهادی خارج می گردد. همچنین محصولات سیر، کدو آجیلی و ذرت با وجود داشتن بازده اقتصادی بالا بدلیل محدودیت‌های بازار از افزایش چشمگیر و قابل توجهی برخوردار نبوده و روند نسبتا ثابتی را به همراه دارند. در نرخ قیمتی ۱۰۰ ریال برای آب آبیاری علی رغم کاهش قابل توجه ۹ درصدی در استخراج منابع آب زیر زمینی ارزش فعلی منافع اقتصادی حاصل از فعالیت‌های کشاورزی با کاهش ۴ درصدی همراه خواهد بود.

با اعمال نرخ ۱۵۰۰ ریال برای عامل آب اگرچه بهره برداری از منابع آبهای زیر زمینی در آبخوان دشت همدان – بهار بیش از ۲۷ درصد نسبت به وضعیت موجود (قیمت صفر) کاهش می یابد، ولی این امر به بهای کاهش قابل توجهی از منافع اقتصادی بخش کشاورزی امکان پذیر می باشد. در این نرخ ارزش فعلی منافع اقتصادی حاصل از فعالیت‌های کشاورزی معادل ۶۲۲۵۷۴ میلیون ریال و کل نیروی کار بکار رفته به منظور تولید این بازده اقتصادی ۴/۶۴ میلیون نفر روز کار بوده که به ترتیب با کاهش ۵۶ و ۱۷ درصدی مواجه می باشند. در مورد کاهش بکارگیری نیروی کار اشاره به این مطلب حائز اهمیت است که بدلیل بالا بودن اشتغال نیروی کار خانوادگی در فعالیت‌های زراعی در منطقه مورد مطالعه، کاهش نرخ استفاده از نیروی کار در ازای افزایش قیمت آب، بیشتر باعث افزایش اوقات فراغت زارعین در این منطقه می گردد تا افزایش نرخ بیکاری در بخش کشاورزی. با افزایش قیمت آب برای هر متر مکعب سطح زیر کشت تخصیص داده شده برای محصولات با نیاز آبی بالا نسبت به وضعیت موجود بطور قابل توجهی کاهش می یابد. این رفتار عقلایی در بخش کشاورزی بدلیل افزایش معنی دار هزینه تولید ناشی از اعمال تعرفه بهره برداری آب آبیاری در مورد محصولات با نیاز آبی بالا صورت می گیرد که با فرض ثابت بودن قیمت محصولات و سایر عوامل تشدید می گردد.

نتیجه گیری و پیشنهادات

هدف اصلی این تحقیق بررسی تاثیر قیمت گذاری آب در بخش کشاورزی بر حفظ و بهره برداری منابع آب زیر زمینی در دشت همدان – بهار است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- تغییر الگوی کشت زارعین در ازای قیمت‌های مختلف آب آبیاری

دوره	قیمت آب	یونجه	جو	ذرت	کلزا	خیار	سیر	سیب زمینی	کدو آجیلی	گندم
سال اول	۰	۱۷۷۹	۵۰۶۶	۵۰۰	۱۳۱۱	۵۰۰	۸۰۰	۸۶۹۲	۱۸۶۷	۳۶۲۵
	۱۰۰	۰	۵۰۲۵	۵۰۰	۳۴۷۷	۵۰۰	۸۰۰	۸۴۰۲	۲۰۶۱	۳۳۷۷
	۵۰۰	۰	۵۰۹۶	۵۰۰	۴۳۲۷	۰	۸۰۰	۷۸۸۹	۲۷۳۶	۲۷۹۳
	۱۰۰۰	۰	۴۵۹۶	۵۰۰	۴۹۶۳	۵۰۰	۸۰۰	۷۲۸۷	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۱۵۰۰	۰	۳۱۳۷	۵۰۰	۸۴۲۲	۵۰۰	۸۰۰	۵۸۲۸	۲۲۶۴	۲۶۹۱
سال دوم	۰	۱۷۷۹	۴۸۶۴	۷۵۰	۱۷۴۶	۵۰۰	۹۶۰	۸۱۳۷	۲۱۳۰	۳۲۷۳
	۱۰۰	۰	۴۹۳۶	۷۵۰	۳۹۶۱	۰	۹۶۰	۷۹۳۶	۲۵۹۸	۳۰۰۰
	۵۰۰	۰	۴۹۳۶	۷۵۰	۴۳۷۳	۰	۹۶۰	۷۶۲۷	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۱۰۰۰	۰	۴۴۳۶	۷۵۰	۴۸۷۳	۵۰۰	۹۶۰	۷۱۲۷	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۱۵۰۰	۰	۲۶۰۹	۷۵۰	۹۶۶۱	۰	۹۶۰	۵۳۰۰	۲۱۷۰	۲۶۹۱
سال سوم	۰	۱۷۷۹	۴۷۴۴	۱۱۲۵	۱۹۴۶	۰	۱۱۵۲	۷۷۸۳	۲۵۷۲	۳۰۳۹
	۱۰۰	۰	۴۷۴۴	۱۱۲۵	۴۱۹۰	۰	۱۱۵۲	۷۴۳۵	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۵۰۰	۰	۴۷۴۴	۱۱۲۵	۴۱۹۰	۰	۱۱۵۲	۷۴۳۵	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۱۰۰۰	۰	۴۴۰۶	۱۱۲۵	۴۵۲۸	۳۳۷/۵	۱۱۵۲	۷۰۹۷	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۱۵۰۰	۰	۳۰۳۵	۱۱۲۵	۸۲۷۳	۰	۱۱۵۲	۵۶۶۷	۲۲۵۷	۲۶۳۲
سال چهارم	۰	۱۷۷۹	۴۵۱۶	۱۶۷۵	۲۰۸۹	۰	۱۳۸۰/۵	۷۲۰۷	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۱۰۰	۰	۴۵۱۶	۱۶۷۵	۳۸۶۸	۰	۱۳۸۰	۷۲۰۷	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۵۰۰	۰	۴۴۰۷	۱۶۷۵	۳۹۷۸	۱۰۹/۵	۱۳۸۰	۷۰۹۷	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۱۰۰۰	۰	۳۹۶۷	۱۶۷۵	۵۸۸۴	۱۰۹	۱۳۸۰	۶۳۳۵	۲۴۲۳	۲۳۶۷
	۱۵۰۰	۰	۳۴۹۱	۱۶۷۵	۹۰۰۲	۰	۱۳۱۲	۴۷۳۷	۱۷۱۳	۱۲۴۶
سال پنجم	۰	۱۷۷۹	۴۴۰۶	۲۵۰۰	۱۳۷۳	۰	۱۴۸۹	۷۰۹۷	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۱۰۰	۰	۴۳۷۷	۲۵۰۰	۳۱۲۲	۰	۱۷۰۰	۷۰۶۷	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۵۰۰	۰	۴۴۰۷	۲۵۰۰	۳۱۵۳	۰	۱۴۸۹/۵	۷۰۹۷	۲۸۰۴	۲۶۹۱
	۱۰۰۰	۰	۳۷۲۳	۲۵۰۰	۷۰۰۷	۰	۱۴۸۹/۵	۵۵۵۶	۲۰۳۳	۱۸۳۲
	۱۵۰۰	۰	۱۲۷۸	۲۵۰۰	۱۰۹۷۱	۰	۵۷۹	۳۹۶۹	۱۶۹۵	۲۶۹۱

ماخذ: نتایج تحقیق

جدول۳- متغیرهای اقتصادی بخش کشاورزی در نرخهای مختلف قیمت آب آبیاری در افق پنج ساله برنامه ریزی

قیمت آب (ریال به متر مکعب)	ارزش فعلی بازده ناخالص (میلیون ریال)	درصد تغییر نسبت به شرایط موجود	نیروی کار (نفر روز کار)	درصد تغییر نسبت به شرایط موجود
۰	۱۴۲۰۹۴۴	–	.۵۵۹۶۹۶۷	–
۱۰۰	۱۳۶۱۸۰۶	٪۴ –	۵۵۴۸۶۸۱	٪ ۰/۸ –
۵۰۰	۱۱۳۹۸۹۰	٪ ۱۹/۷ –	.۵۴۷۹۳۴۸	٪ ۲ –
۱۰۰۰	۸۶۷۷۵۱	٪۳۹ –	.۵۴۳۷۰۹۲	٪ ۲/۸ –
۱۵۰۰	۶۲۲۵۷۴	٪۵۶ –	.۴۶۳۶۴۵۶	٪ ۱۷ –

ماخذ: نتایج تحقیق

نتایج تحقیق نشان دادند که سیاست وضع تعرفه یا قیمت گذاری آب در برخی از دامنه‌های قیمتی تاثیر قابل توجهی در کاهش تقاضا و بهره برداری منابع آب زیرزمینی و افزایش عمر آبخوان به همراه دارد. کاهش تقاضای آب در بخش کشاورزی در نتیجه واکنش به وضع قیمت آب آبیاری به شکل تغییر الگوی کشت در راستای کاهش کشت محصولات با نیاز آبی بالا و جایگزینی آنها با محصولات با نیاز

Archive of SID

www.SID.ir

آبی پایین و افزایش راندمان آبیاری می باشد. لذا می توان نتیجه گیری نمود که وضع قیمت آب آبیاری به دلیل افزایش هزینه استفاده از منابع آب و کاهش منافع و بازده ناخالص محصولات با نیاز آبی بالا نظیر محصولات یونجه، سیب زمینی و محصولات جالیزی نقش موثری در حفظ و نگهداری منابع آب داشته و می تواند بعنوان یک راهکار به همراه سایر سیاست‌های موثر بر بهره برداری بهینه منابع آب در بخش کشاورزی منطقه اعمال گردد. شایان ذکر است که سیاست قیمت گذاری آب آبیاری با هدف کاهش و کنترل بهره برداری منابع آب در صورتی می تواند نقش موثرتری را ایفا نماید که سازگار و همسو با سایر سیاست ها و تغییرات اعمال شده در بخش کشاورزی اتخاذ گردد.

منابع

۱- بلالی ح. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر سیاست‌های قیمتی و کشاورزی بر حفظ منابع آبهای زیر زمینی: مطالعه موردی دشت بهار. رساله دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.۱۹۲ ص.

۲- بی نام. ۱۳۸۳. گزارش سالانه دفتر مطالعات امور آب استان. شرکت سهامی آب منطقه ای استان همدان.

۳- بی نام. آ. ۱۳۸۷. گزارش سالانه منابع آب زیر زمینی دشت همدان – بهار، دفتر مطالعات منابع آب همدان. شرکت سهامی آب منطقه ای استان همدان.

۴- بی نام. ب . ۱۳۸۷. گزارش سالانه معاونت برنامه ریزی. سازمان آب و فاضلاب استان همدان.

۵- بی نام. ۱۳۷۹. گزارش بیلان منابع آب زیر زمینی دشت همدان – بهار، دفتر مطالعات منابع آب همدان. شرکت سهامی آب منطقه ای استان همدان

۶- بی نام. ۱۳۸۶. آمار پایه ای دفتر آب و خاک ، سازمان جهاد کشاورزی استان همدان.

۷- جعفری ع.م. ۱۳۷۶. تحلیل اقتصادی سرمایه گذاری در تکنولوژی آب اندوز: مطالعه موردی در استان همدان. رساله کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۱۷۵ص.

۸- حسین زاد ج. ۱۳۸۷. نقش سیاست‌های قیمتی در مدیریت تقاضای آب کشاورزی، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب ایران، دانشگاه تبریز، دانشکده عمران.

۹- روحانی س. ۱۳۸۵. تعیین الگوی زراعی بهینه با تاکید پایداری منابع آب : مطالعه موردی دشت همدان – بهار. رساله دوره دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.۱۸۰ص.

۱۰- زارع مهرجردی م. ۱۳۸۶. ارزشگذاری آبهای زیر زمینی در بخش کشاورزی : مطالعه موردی شهرستان کرمان. رساله دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس. ۱۸۰ ص.

۱۱- زیبایی م. ۱۳۸۶. عوامل موثر بر عدم تداوم در استفاده از سیستمهای آبیاری بارانی در استان فارس : مقایسه تحلیل لاجیت و تحلیل ممیزی.مجله اقتصاد و کشاورزی. جلد ۱ ، شماره ۲. : ۱۸۳-۱۹۴.

۱۲- شجری ش. و ترکمانی ج. ۱۳۸۶. تناسب شبیه سازیهای تصمیم گیری چندمعیاری به منظور بررسی تقاضای آب آبیاری :مطالعه موردی حوضه آبریز درودزن در استان فارس. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقصاد کشاورزی ایران. مشهد.

۱۳- عابدی شاپورآبادی ا. ۱۳۸۱. تحلیل سیاست قیمت گذاری آب کشاورزی در حفظ منابع آبی : مطالعه موردی حوزه زاینده رود اصفهان . رساله دوره دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس ۲۰۰ص.

14- Abu-Qdais H.A., Al Nassay H.I. 2001. Effect of pricing policy on water conservation: a case study. Water Policy. 3: 207–214.

15- Bear J., Cheng A.H.D., Sorek S., Ouazar D., Herrera I. 2000. Seawater intrusion in coastal aquifers-concepts, methods and practices. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers p. 625.

16- Berbel J., Gomez-Limon J.A. 2000. The impact of water-pricing policy in Spain: an analysis of three irrigated areas. Agricultural Water Management, 43: 219-238.

17- Dinar A. 2000. Political Economy of Water Pricing Reforms. Oxford University Press, New York.

18- Garcia S., Reynaud A. 2004. Estimating the benefits of efficient water pricing in France. Resource and Energy Economics. 26: 1–25.

19- Gomez-Limon J.A., Riesgo L. 2004. Irrigation water pricing: differential impacts on irrigated farms. Agricultural Economics. 31: 47–66.

20- Han H.Y., Zhang L.G. 2007. The Impact of Water Pricing Policy on Local Environment : An Analysis of Three Irrigation Districts in China. Agricultural Sciences in China. 6(12) : 1472-1478.

Archive of SID

www.SID.ir

21- Hellegers P. 2002. Treating Water in Irrigated Agriculture as an Economic Good. Presented on the conference of Irrigation Water Policies, June, Agadir, Morocco.
22- Lixia He. 2004. Improving irrigation water allocation efficiency : Analysis of alternative policy options in Egypt and Morocco. P.h.D. thesis, Purdue University.
23- Minciardi R., Robba M., Roberta S. 2007. Decision models for sustainable groundwater planning and control . Journal of control Engineering Practice. 15: 1013-1029.
24- Molle F., Venot J.P., Hassan Y. 2008. Irrigation in the Jordan Valley: Are water pricing policies overly optimistic?. Agricultural water Management. 95: 427– 438.
25- Riesgo L., Gomez-Limon J.A. 2006. Multi-Criteria policy scenario analysis for public regulation of irrigated agricultur. Journal of Agricultural Systems. 91: 1-28.
26- Sumpsi J.M., Amador F., Romero C. 1996. On farmers' objectives: a multi-criteria approach. European Journal of Operational Research. 96(1): 64-71.

Archive of SID

www.SID.ir