اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال بیست و چهارم، شمارهٔ ۹۵، پاییز ۱۳۹۵

ارزیابی اثر شبکهٔ آبیاری و زهکشی سفیدرود بر بازده نهایی آب آبیاری در استان گیلان

علیرضا شاوردی[۱]، مرتضی تهامی پور[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۱

چکیده

محدودیت منابع آب، کمبود ریزش‌های جوی، افزایش جمعیت و تغییر استاندارد زندگی باعث ایجاد عدم توازن شدید بین عرضه و تقاضای آب شده است. ابزارهای اقتصادی از جمله نظام قیمت‌گذاری و توسعهٔ شبکه‌های آبیاری را می‌توان راه‌حل‌های ایجاد این توازن دانست. بنابراین، مطالعهٔ حاضر با هدف اندازه‌گیری تفاوت بازده نهایی آب در اراضی سنتی و اراضی شبکهٔ آبیاری و زهکشی سفیدرود در استان گیلان انجام گرفت تا اثر ایجاد شبکه آبیاری بر ارزش اقتصادی آب آبیاری ارزیابی شود. به این منظور، با استفاده از روش برنامه‌ریزی خطی، قیمت سایه ای آب به تفکیک نواحی هفت‌گانه آبیاری استان گیلان، شامل چهار ناحیهٔ خارج شبکه و سه ناحیهٔ داخل شبکه سفیدرود، برآورد شد. نتایج نشان داد که

۱. کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی، مدیرگروه اقتصاد طرح، شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس

۲. استادیار اقتصاد کشاورزی، عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی (نویسندهٔ مسئول)

e-mail:.m_tahami@sbu.ac.ir

حداکثر ارزش اقتصادی آب به ازای هر مترمکعب، ۳۰۹۶ ریال مربوط به ناحیهٔ آبیاری فومنات داخل شبکه و کمترین ارزش، ۱۵۹۸ ریال به ازای هر متر مکعب مربوط به ناحیه آبیاری بالادست سدسنگر خارج شبکه است. با توجه به وزن سطح زیرکشت هر ناحیه، متوسط بازده نهایی هر متر مکعب آب در نواحی داخل و خارج شبکه به ترتیب ۲۶۲۲ و ۲۲۱۵ ریال است؛ به عبارت دیگر، ایجاد شبکهٔ آبیاری و زهکشی فقط حدود ۴۰۰ ریال به ازای هر متر مکعب آب مصرفی فایده خالص اضافی ایجاد می‌کند. بر اساس یافته های تحقیق، تأمین هر واحد آب اضافی، ارزش‌های متفاوتی در نواحی آبیاری استان گیلان ایجاد می‌کند که لزوم توجه سیاست‌گذاران به الگوی مناسب تخصیص آب را نشان می‌دهد. همچنین پیشنهاد می شود در راستای قانون هدفمندی یارانه ها و متناسب با ارزش‌های به‌دست آمده، در یک برنامه زمانی بلندمدت، تعرفهٔ آب‌بهای کشاورزی در منطقه افزایش یابد.

طبقه‌بندی JEL: C61، Q11

کلیدواژه‌ها:

برنامه‌ریزی خطی، قیمت سایه‌ای آب، شبکه سفیدرود، استان گیلان

مقدمه

رفتار با آب به عنوان کالایی اقتصادی برای تصمیم‌گیری دربارهٔ تخصیص آب میان بخش‌های مختلف و رقیب آب، به ویژه در شرایط کمبود منابع آبی اهمیت اساسی دارد. این امر زمانی به یک ضرورت تبدیل می‌شود که افزایش عرضه آب دیگر یک گزینهٔ عملی نیست. اصول دوبلین بیان می‌کند که آب کالایی اقتصادی (و اجتماعی) است و بنابراین باید به عنوان یک کالای اقتصادی همانند کالاهای دیگر برای استفاده بهینه و تداوم استفاده از آن برای نسل‌های آینده برنامه ریزی کرد. مسئله اساسی در اصلاح بخش آب و اتخاذ مدیریت یکپارچهٔ منابع آب، اهداف غایی کارایی اقتصادی، برابری اجتماعی و پایداری زیست‌محیطی است. اما این سؤال مطرح است که شرکت‌های متولی مدیریت و بهره برداری از منابع آب

چگونه می‌توانند از به‌کارگیری ابزارهای اقتصادی و مالی برای تحقق اهداف غایی مدیریت آب بهره‌برداری کنند؟ در پاسخ به این سؤال، ابزارهای اقتصادی می تواند استفاده از ابزارهای نهادی، اجتماعی، قانونی و فنی را در بخش آب کامل کند. ابزارهای اقتصادی با درگیر کردن قیمت و دیگر ابزارهای مبتنی بر بازار، انگیزه هایی به منظور استفاده مؤثر، با دقت و ایمن از آب را برای تمام استفاده‌کنندگان فراهم می‌کنند. از جمله مهم‌ترین ابزارهای اقتصادی می‌توان به ابزارهای قیمت‌گذاری بر اساس تعیین ارزش اقتصادی و هزینه تمام شده، ابزارهای نهادی مانند شکل‌دهی بازار آب، ابزارهای تشویقی و تنبیهی مانند مالیات و یارانه ها، تسهیلات و اعتبارات برای ایجاد پایداری مالی و شاخص های اقتصادی مانند رشد مداوم بهره وری برای ایجاد پایداری اقتصادی در فعالیت های مصرف کننده آب کشاورزی اشاره کرد. در قانون برنامه چهارم توسعه (بند ج ماده ۱۷) به طور ویژه‌ای بر ارزش‌گذاری آب تأکید شده و در واقع سیاست‌گذار دولت را مکلف به لحاظ کردن ارزش اقتصادی آب (در هر یک از حوضه‌های آبریز) در تصمیم‌گیری‌های خود در تأمین و تخصیص کرده است.

در خصوص برآورد ارزش اقتصادی آب در مصارف کشاورزی مطالعات زیادی در داخل و خارج کشور صورت گرفته است. از جمله مطالعات انجام شده خارجی می‌توان به‌مطالعه پازاکاوامبا و ون در زاگ (۲۰۰۰) اشاره کرد که در مطالعه‌ای در زیمبابوه، با استفاده از روش تابع تولید و برآورد توابع تولید کاب داگلاس ارزش اقتصادی آب را برآورد نمودند. نتایج نشان داد که ارزش تولید نهایی آب برابر ۰/۱۵ دلار در هر مترمکعب است. در همین ارتباط، وارلا – اورتگا و همکاران (۱۹۹۸) در مناطق آندالوسیا، کاستیلا و والنسیا در اسپانیا بحث قیمت‌گذاری آب و کشش تقاضای آب را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی پویا استفاده شده است. طبق نتایج این مطالعه، تقاضای برآوردی در آندالوسیا در قیمت ۴ تا ۳۰ پزوتا در مترمکعب با کشش، در کاستیلا در قیمت کمتر از ۱۷ پزوتا در مترمکعب بی‌کشش و در والنسیا در قیمت کمتر از ۳۵ پزوتا در مترمکعب بی‌کشش است. همچنین تزور و همکاران (۲۰۰۴) ارزش اقتصادی آب در کشاورزی را با استفاده از

روش برنامه‌ریزی خطی در مراکش و روش برنامه ریزی ریاضی مثبت (PMP)[1] در چین، مکزیک، آفریقای جنوبی و ترکیه مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که ارزش آب در چین برابر ۰/۰۳۵ یوان در متر مکعب، ارزش آب در آفریقای‌جنوبی ۰/۰۷ واحد پول این کشور در متر مکعب، ۰/۴۶ تا ۳ درهم در هر متر مکعب در مراکش و ۱۲ تا ۱۶ میلیون لیر در هکتار برای ترکیه بوده است. فوکس و پری (۱۹۹۹) در مطالعه ای در ایالت مالهور با استفاده از تحلیل قیمت ارزش‌گذاری ضمنی، ارزش اقتصادی آب را برآورد نمودند. طبق نتایج این مطالعه بسته به سطح زمین، ارزش آب آبیاری بین ۹ تا ۴۴ دلار در هر جریب قرار می‌گیرد. همچنین وانگ و لو (۲۰۰۶) در مطالعه ای در کشور چین با استفاده از روش اقتصادسنجی و برآورد تابع تولید ترانسلوگ و کاب داگلاس، تقاضای آب در مصارف صنعتی را بررسی نمودند. بر اساس نتایج این مطالعه کشش‌ها ۱/۰۳ برآورد شده و ارزش آب ۲/۴۵ یوان در هر تن تخمین زده شده است.

در مطالعات داخلی نیز برآورد ارزش اقتصادی آب با استفاده از روش‌های مختلف مورد توجه قرار گرفته است. از جمله این مطالعات می‌توان به حسین زاده فیروزی و سلامی (۱۳۷۸) اشاره کرد که به برآورد ارزش اقتصادی نهاده های آب ، زمین و نیروی کار خانوادگی در تولید چغندر قند در استان خراسان پرداختند و ارزش اقتصادی یک متر مکعب آب ، یک هکتار زمین و یک روز نفر نیروی کار را به ترتیب ۱۲۰ ، ۲۱۰۰۰۰۰ و ۲۱۰۰ تومان به‌دست آوردند. چیذری و میرزایی (۱۳۷۸) با استفاده از تابع تولید کاب داگلاس ، ارزش بهره‌وری نهایی آب و سهم آب در تولید به عنوان آب بها را برای محصول پسته در شهرستان رفسنجان برآورد کردند. نتایج نشان داد که ارزش تولید نهایی و آب بهای پیشنهادی به ترتیب ۳۹۸ و ۳۵ ریال به ازای هرمترمکعب است. محمدی نژاد (۱۳۸۰) در تحقیقی در اراضی زیر سد ساوه، با برآورد تابع تولید محصولات منطقه، ارزش اقتصادی آب را برای هر یک از محصولات غالب کشت شده در محدوده طرح تعیین نمود. این محقق حداقل ارزش اقتصادی

1. Positive Mathematical Programming

آب در محل سد برای روستاهای محدوده طرح کشت محصولات گندم، پنبه و جالیز و باغات را به ترتیب ۷۳/۹ ، ۱۲۵/۸، ۱۲۸/۷و ۸۷/۹ ریال محاسبه نمود. در این راستا، تهامی پور (۱۳۸۴) با استفاده از روش تابع تولید و روش برنامه ریزی خطی، به تعیین ارزش اقتصادی آب، بررسی حد بهینه استفاده از نهاده ها و بررسی اثر تغییر در سطح آب‌های زیرزمینی بر سطح رفاه اجتماعی بهره برداران در تولید پسته شهرستان زرند پرداخته است. نتایج نشان داد که ارزش اقتصادی آب در منطقه مورد مطالعه ۷۱۹/۸۶ ریال به ازای هرمترمکعب می باشد. همچنین تهامی پور و همکاران (۱۳۸۸) به تعیین ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات زراعی استان گلستان پرداخته اند. برای این منظور از روش اقتصادسنجی و برآورد توابع تولید مختلف استفاده شده است. نتایج نشان داد که ارزش اقتصادی آب در تولید محصولات گندم، سویا و گوجه فرنگی آبی به ترتیب ۱۶۲۴، ۲۰۸۴ و ۳۲۵۰ ریال بر مترمکعب است.

دهقانپور و همکاران (۱۳۹۲) ارزش اقتصادی آب کشاورزی را با استفاده از تابع تولید در منطقه دشت یزد- اردکان محاسبه کردند. به این منظور اطلاعات مورد نیاز در منطقه دشت یزد-اردکان از طریق تکمیل پرسش‌نامه در سال زراعی ۱۳۸۷- ۱۳۸۸ از کشاورزان نمونه گندمکار جمع‌آوری شد. پس از بررسی نتایج توابع تولید مختلف، تابع تولید لئونتیف تعمیم‌یافته به عنوان تابع تولید مناسب محصول مورد نظر انتخاب شد. نتایج حاصل از برآورد نشان داد که ارزش اقتصادی و قیمت تمام شده آب به ازای هر متر مکعب به ترتیب ۹۹۷/۵ و ۵۳۰/۸ ریال می باشد. همچنین احسانی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه خود به برآورد ارزش اقتصادی آب از دید تقاضاکننده در تولید جو در ورودی مزرعه در شبکه آبیاری دشت قزوین با استفاده از دو رهیافت باقی مانده و تابع تولید پرداختند. آمار و اطلاعات لازم از طریق تکمیل پرسش‌نامه در سال زراعی ۸۷ -۱۳۸۶ جمع آوری شد. بر اساس نتایج، ارزش اقتصادی نهاده آب از روش باقی مانده ۹۰۹ ریال برای هر متر مکعب و از روش تابع تولید بر اساس قیمت مبادله ای و قیمت تضمینی محصول جو به ترتیب ۹۰۷ و ۵۴۶ ریال برای هر متر مکعب برآورد شد.

بررسی مطالعات انجام شده مربوط به تعیین ارزش اقتصادی آب در مصارف کشاورزی نشان می دهد در هیچ کدام از مطالعات، ارزش اقتصادی آب بین نواحی داخل و خارج شبکه‌های آبیاری مقایسه نشده است و لذا از این حیث مطالعه حاضر می تواند نوآوری داشته باشد.

مواد و روش‌ها

بسته به نوع استفاده ای که از آب می‌شود، روش‌های اندازه گیری ارزش اقتصادی آن متفاوت است. آب در مصارف کشاورزی و صنعتی به عنوان یک نهاده مورد استفاده قرار می‌گیرد و روش‌های اندازه گیری آن را در یک تقسیم بندی کلی می‌توان به دو دسته روش‌های پارامتری و ناپارامتری دسته بندی کرد. از جمله مهم‌ترین روش‌های ناپارامتری تعیین ارزش اقتصادی آب می‌توان به روش پسماند[1]، روش بودجه بندی[2] و روش برنامه‌ریزی خطی[3] اشاره کرد. روش‌های پارامتری تعیین ارزش اقتصادی آب مبتنی بر استفاده از الگوهای اقتصادسنجی هستند و از طریق برآورد تابع تولید، سود مقید و هزینه مقید ارزش اقتصادی آب – که به عنوان یک نهاده در این توابع وارد شده است – به‌دست می‌آید(یونگ، ۲۰۰۵).

در مطالعه حاضر با توجه به نقاط قوت و ضعف روش‌های مختلف و دامنه مورد بررسی، روش برنامه‌ریزی خطی به عنوان مناسب‌ترین روش انتخاب گردید. مزیت روش برنامه‌ریزی خطی در محاسبه ارزش اقتصادی یا قیمت سایه‌ای آب این است که هم‌زمان با تعیین ارزش اقتصادی آب، الگوی بهینه اقتصادی کشت را ارائه می‌دهد، یعنی در محاسبه ارزش اقتصادی به الگوی کشت و یا به عبارت کلی‌تر به ترکیب فعالیت‌های اقتصادی که به حداکثر شدن سود کشاورزان منتهی می‌شود، نیز توجه می کند. دیگر اینکه در این روش امکان تحلیل حساسیت تغییرات ضرایب الگو از جمله ضرایب فنی تولید، قیمت‌های

1. Residual Method
2. Budgeting Method
3. Linear programming Method

محصولات و نهاده‌ها بر تغییر ارزش اقتصادی آب وجود دارد. لازم به ذکر است در مورد محصولاتی مثل برنج در استان گیلان، که تعیین حجم آب مورد استفاده توسط هر بهره بردار با مشکل مواجه است، روش برنامه‌ریزی خطی مناسب ترین روش می‌باشد. رابطه ریاضی الگوی برنامه ریزی خطی به صورت زیر است:

$$Max\ Z = \sum_{j=1}^{n} C_j X_j$$

$$s.t. \quad \sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \le b_i \qquad i = 1,...,n \qquad (1)$$

$$X_j \ge 0$$

که در آن Z بازده برنامه‌ای یا سود ناخالص است که از ما به التفاوت درآمد کل و هزینه‌های متغیر از جمله هزینه نهاده آب حاصل می‌شود . C_j بازده برنامه‌ای (سود ناخالص) هر واحد فعالیت کشاورزی jام و X_j سطح فعالیت منظور شده در الگو است. رابطه $\sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \le b_i$ محدودیت‌های الگو را بازگو می‌کند که در آن b_i مقدار نهاده یا منبع در دسترس و a_{ij} ضرایب فنی است که مقدار مورد نیاز را برای تولید هر واحد محصول نشان می‌دهد . پس از اجرای مدل درصورتی‌که آب و یا هر یک از منابع محدودی که به صورت یک محدودیت وارد مدل شده اند(مانند نیروی کار، زمین و ماشین آلات)، محدود باشند، قیمت سایه ای آنها ارزش مثبت نشان خواهد داد که معادل ارزش اقتصادی آنها بوده و نشان می‌دهد که به ازای اضافه کردن یک واحد اضافی از آن نهاده محدود، چه میزان به سود ناخالص اضافه خواهد شد. واضح است که برای نهاده‌هایی که در الگو با محدودیت در مصرف مواجه نیستند، قیمت سایه ای صفر به‌دست خواهد آمد.

ارزش اقتصادی آب در مصارف کشاورزی در این مطالعه به تفکیک نواحی هفت‌گانه آبیاری در داخل و خارج شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود در استان گیلان برآورد می گردد. نواحی هفت‌گانه آبیاری عبارت از چهار ناحیه خارج شبکه شامل بالادست سد سنگر، شرق گیلان، غرب گیلان و فومنات و سه ناحیه داخل شبکه شامل شرق گیلان، فومنات داخل شبکه و مرکزی می‌باشند.

اولین گام در ساختن مدل برنامه‌ریزی خطی، تعریف متغیرهای تصمیم گیری است. این متغیرها در مدل‌های مطالعه حاضر شامل شالی محلی(X1)، شالی پر محصول(X2)، گندم آبی(X3)، جو آبی(X4)، یونجه آبی(X5)، هندوانه آبی(X6)، سیب زمینی آبی(X7)، لوبیا آبی(X8)، هویج آبی(X9)، سیب آبی(X10)،گردو آبی(X11)، آلبالو و گیلاس آبی(X12)، انار آبی(X13)، مرکبات آبی(X14)، کیوی آبی(X15)، زیتون آبی(X16) و چای آبی(X17) می باشند که به تناسب نواحی مورد مطالعه ممکن است در برخی نواحی تغییراتی داشته باشند. همچنین مهم ترین محدودیت های موجود در ارتباط با تولیدات زراعی و باغی در منطقه طبق اطلاعات موجود به شرح زیر درنظر گرفته شده است:

- محدودیت زمین زراعی: در نواحی مطالعاتی مورد بررسی امکان توسعه سطح زیرکشت وجود ندارد و بنابراین محدودیت سطح زیرکشت آبی محصولات به صورت زیر درنظر گرفته شده است:

$$\sum_{j=1}^{n} X_j - TXZ_j \leq 0 \qquad (۲)$$

که در این رابطه X_j سطح زیرکشت محصول j و TXZ_j کل سطح اراضی در دسترس در هر ناحیه آبیاری است. همچنین از آنجا که در کوتاه‌مدت امکان تغییر سطح زیرکشت محصولات باغی وجود ندارد، در قالب محدودیت‌های اضافی، سطح زیرکشت هر یک از محصولات باغی به سطح فعلی آنها محدود و ثابت شده است.

- محدودیت آب: محدودیت آب برای الگوی مورد بررسی در هر ناحیه به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\sum^{n} w_j X_j - Tw_j \leq 0 \qquad (۳)$$

در مورد مصرف آب در الگوی برنامه‌ریزی خطی مورد استفاده به دو قلم اطلاعاتی نیاز است. قلم اول کل حجم آب در دسترس برای محدوده های مورد بررسی شامل آبهای سطحی و زیرزمینی (به عنوان مقدار منبع محدود آب) است که با Tw_j نشان داده شده است. قلم دوم،

نیاز ناخالص آب هر هکتار از محصولات الگو (به عنوان ضرایب فنی) می‌باشد که با w_j نشان داده شده است.

- محدودیت نیروی کار: تقاضا برای نیروی کار در فعالیت‌های تولیدی محصولات زراعی تابع عملیات مراحل مختلف کاشت، داشت و برداشت است و به دلیل تنوع کشت محصولات و متفاوت بودن دوره رشد آنها، برآورد کل نیروی کار در دسترس و نیاز هر هکتار از محصولات مورد بررسی به نیروی کار مقداری پیچیده است. همچنین نیروی کار به دو دسته نیروی کار ساده(ls) و ماهر(lm) دسته‌بندی می‌شود. بنابراین محدودیت نیروی کار در الگوهای مورد بررسی برای نواحی مختلف به صورت زیر تعریف شده است:

$$\sum_{j=1}^{n} l_{sj} X_j - Tls_j \le 0 \quad , \quad \sum_{j=1}^{n} l_{mj} X_j - Tlm_j \le 0 \qquad (۴)$$

- محدودیت کود شیمیایی: به دلیل محدود بودن تولید و محدودیت های وارداتی ناشی از تحریم های اقتصادی و توزیع یارانه ای برخی کودهای شیمیایی، در مصرف این کودها بین محصولات مختلف رقابت ایجاد می‌شود. به همین منظور در این مطالعه محدودیت مصرف انواع کودهای شیمیایی نظیر کود فسفات(p)، اوره(n) و پتاس(k)، به ترتیب به صورت زیر درنظر گرفته شده است:

$$\sum_{j=1}^{n} p_j X_j - Tp_j \le 0 \ , \ \sum_{j=1}^{n} n_j X_j - Tn_j \le 0 \ , \ \sum_{j=1}^{n} k_j X_j - Tk_j \le 0 \qquad (۵)$$

- محدودیت سموم شیمیایی: در ارتباط با محصولات زراعی نواحی مورد بررسی سموم شیمیایی مختلفی برای از بین بردن آفات، بیماری‌ها، علف های هرز، قارچ ها و ... به کار برده می‌شود که البته برخی از سموم برای تلفیقی از این موارد نیز به‌کار گرفته شده و چندمنظوره عمل می نمایند. از آنجا که تفکیک این سموم مصرف شده برای محصولات مختلف توسط کشاورزان مشکل می‌باشد، محدودیت سموم شیمیایی به صورت یک محدودیت اصلی به صورت زیر تعریف شده است:

$$\sum_{j=1}^{n} s_j X_j - Ts_j \leq 0 \qquad (۶)$$

- محدودیت کود حیوانی: یکی دیگر از نهاده‌های مهم تولید، کودهای حیوانی می‌باشد که عمدتاً برای محصولات باغی استفاده می‌شود و در این مطالعه به صورت زیر تعریف شده است:

$$\sum_{j=1}^{n} m_j X_j - Tm_j \leq 0 \qquad (۷)$$

به دلیل محدودیت اطلاعات، محدودیت دسترسی به ماشین آلات کشاورزی نظیر تراکتور، کمباین و دروگر قابل تعریف نبوده و در الگوها وارد نشده است. اطلاعات مورد نیاز این مطالعه از مطالعات کشاورزی شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس و سازمان جهاد کشاورزی استان گیلان دریافت شده است.

نتایج و بحث

با توجه به میزان هزینه‌های متغیر و درآمد ناخالص در هکتار مربوط به محصولات در هر ناحیه مورد بررسی، بازده برنامه‌ای هر یک از محصولات محاسبه گردیده است که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین این محاسبات برای محصولات باغی نیز در نواحی هفت‌گانه انجام شده که نتایج آن به همراه الگوی کشت موجود در جدول ۲ ارائه گردیده است:

جدول ۱. فعالیت های زراعی و بازده برنامه‌ای آنها در نواحی هفت‌گانه آبیاری (سطح بر حسب هکتار و بازده بر حسب هزار ریال)

نواحی آبیاری	شرح	شالی محلی	شالی پرمحصول	گندم	جو	یونجه	هندوانه	سیب زمینی	لوبیا	هویج
بالادست سد	سطح	۴۴۰۸	۷۲	۶۲۳	۳۳۶	۳۰۷	۴۷	۲۱۵	۲۲۲	–
سنگرخارج شبکه	بازده خالص	۲۳۲۹۲	۳۹۱۸۷	۲۵۶۱	۸۰۱	۱۰۲۷۵	۲۵۷۲۸	۴۷۴۵	۱۲۵۵۳	–
شرق گیلان	سطح	۱۶۲۷۵	–	۳۲	۱۷	۸۵	–	۸۴	۵۳۳	۱۴۱
خارج شبکه	بازده خالص	۳۰۴۹۱	–	۲۵۶۱	۸۰۱	۱۰۲۷۵	–	۴۷۴۵	۱۲۵۵۳	۸۵۷۷
شرق گیلان	سطح	۴۸۵۶۳	۴۴۱	۲۸۹	۱۵۶	۳۴۳	۹	۳۹	۱۴۹۵	–
داخل شبکه	بازده خالص	۲۶۳۸۸	۳۰۱۵۳	۲۵۶۱	۸۰۱	۱۰۲۷۵	۲۵۷۲۸	۴۷۴۵	۱۲۵۵۳	–
غرب گیلان	سطح	۱۹۳۵۴	۳۵۵	۴	۲	–	۵۳۹	–	۱۰۲	۵۰
خارج شبکه	بازده خالص	۳۱۲۵۴	۴۶۱۰۶	۲۵۶۱	۸۰۱	–	۲۵۷۲۸	–	۱۲۵۵۳	۸۵۷۷
فومنات	سطح	۱۷۹۶۷	۶۳۲	–	–	–	۱۴۲	۱۰۷	–	۵۶۸
خارج از شبکه	بازده خالص	۳۰۰۲۹	۳۵۸۲۰	–	–	–	۲۵۷۲۸	۴۷۴۵	–	۸۵۷۷
فومنات داخل	سطح	۳۷۲۶۸	۴۷۴۸	–	–	–	۳۴۸	۲۶۰	–	۱۳۷۸
شبکه	بازده خالص	۳۳۷۱۹	۳۷۵۹۱	–	–	–	۲۵۷۲۸	۴۷۴۵	–	۸۵۷۷
مرکزی داخل	سطح	۶۵۶۶۰	۹۳۲	۱۳۷	۷۳	۳۰۹	۱۷۰	۱۵۳	۱۹۹	۶۶۴
شبکه	بازده خالص	۲۸۷۹۱	۳۵۰۷۴	۲۵۶۱	۸۰۱	۱۰۲۷۵	۲۵۷۲۸	۴۷۴۵	۱۲۵۵۳	۸۵۷۷

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۲. فعالیت های باغی و بازده برنامه‌ای آنها در نواحی هفت‌گانه آبیاری (سطح بر حسب هکتار و بازده بر حسب هزار ریال)

نواحی آبیاری	شرح	سیب	گردو	آلبالو و گیلاس	انار	مرکبات	کیوی	زیتون	چای
بالادست سد سنگرخارج شبکه	سطح	۸۹	۸۰۴	۱۳۸	۱۴۹	۲۲	۲۰۱	۳۲۵۹	۶۳
	بازده خالص	۴۷۵۶۲	۵۳۶۸۵	۱۹۲۶۴	۴۶۸۸۰	۷۵۱۷۴	۸۱۸۲۰	۴۴۴۳۰	۱۴۰۳۵
شرق گیلان خارج شبکه	سطح	۵۹	۶۴۶۱	۴۸	۱۴۴	۱۵۳	۱۳۵۷	–	۱۶۰۱
	بازده خالص	۴۷۵۶۲	۵۳۶۸۵	۱۹۲۶۴	۴۶۸۸۰	۷۵۱۷۴	۸۱۸۲۰	–	۱۴۰۳۵
شرق گیلان داخل شبکه	سطح	۳۰	۵۷۲	۱۷	۳۵	۳۵	۳۱۸	۴۱۰	۳۳۹
	بازده خالص	۴۷۵۶۲	۵۳۶۸۵	۱۹۲۶۴	۴۶۸۸۰	۷۵۱۷۴	۸۱۸۲۰	۴۴۴۳۰	۱۴۰۳۵
غرب گیلان خارج شبکه	سطح	–	–	–	–	۱۳۴۷	۱۵۰	–	–
	بازده خالص	–	–	–	–	۷۵۱۷۴	۸۱۸۲۰	–	–
فومنات خارج از شبکه	سطح	–	–	–	–		۲۱۷	–	۷۵۴
	بازده خالص	–	–	–	–		۸۱۸۲۰	–	۱۴۰۳۵
فومنات داخل شبکه	سطح	–	۲۶	–	–	۴۵	۴۰۸	–	۱۵۸۸
	بازده خالص	–	۵۳۶۸۵	–	–	۷۵۱۷۴	۸۱۸۲۰	–	۱۴۰۳۵
مرکزی داخل شبکه	سطح	۴۸	۲۸۸	۱۷	۲۷	۶۰	۵۴۰	۳۸۴	۷۵۱
	بازده خالص	۴۷۵۶۲	۵۳۶۸۵	۱۹۲۶۴	۴۶۸۸۰	۷۵۱۷۴	۸۱۸۲۰	۴۴۴۳۰	۱۴۰۳۵

ماخذ: محاسبات تحقیق

پس از تعریف متغیرهای تصمیم‌گیری، محدودیت‌های الگو باید تبیین شوند که همان‌طور که در الگوی تجربی مربوط به برآورد ارزش اقتصادی آب در مصارف کشاورزی توضیح داده شد، شامل محدودیت زمین، آب، کودهای شیمیایی، نیروی کار ساده و نیروی

کار ماهر هستند. محدودیت ماشین آلات به دلیل فقدان اطلاعات دقیق وارد الگو نشد. محدودیت سم نیز به دلیل اینکه در اکثر محصولات مقدار مصرف آن صفر بوده است، از الگو حذف گردید. در مجموع، کل مقدار در دسترس از منابع محدود در الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مربوط به هر ناحیه آبیاری به صورت جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۳. معرفی محدودیت های مدل برنامه‌ریزی در نواحی آبیاری استان گیلان

محدودیت	واحد	بالادست سد سنگرخارج شبکه	شرق گیلان خارج شبکه	شرق گیلان داخل شبکه	غرب گیلان خارج شبکه	فومنات خارج از شبکه	فومنات داخل شبکه	مرکزی داخل شبکه
زمین	هکتار	۱۱۵۰۷	۲۸۰۰۳	۵۹۷۹۷	۲۱۹۰۸	۲۲۷۶۴	۵۱۸۱۵	۷۹۵۲۹
نیروی کار ماهر	نفرروز	۱۴۸۵۴	۵۱۳۶۳	۱۸۹۳۸۴	۷۲۴۴۰	۷۳۵۱۳	۱۶۶۱۸۲	۲۵۶۷۹۹
نیروی کار ساده	نفرروز	۴۹۵۷۲۷	۱۵۰۳۱۱۴	۲۴۶۸۳۴۴	۱۱۶۷۲۱۴	۱۰۴۰۵۶۳	۲۴۰۷۴۲۷	۳۴۲۶۲۱۸
آب	هزار متر مکعب	۹۵۶۲۷	۲۱۲۴۳۹	۵۲۱۴۳۷	۱۹۵۵۶۵	۲۱۱۳۵۸	۴۷۱۵۹۲	۷۹۸۴۱۱
کود شیمیایی	کیلو گرم	۲۸۸۷۸۵۰	۷۰۱۳۳۵۰	۱۳۲۹۱۴۰۰	۵۷۵۰۱۵۰	۵۰۹۷۰۵۰	۱۱۸۷۲۱۰۰	۱۷۷۱۵۲۵۰

ماخذ: محاسبات تحقیق

در الگوی برنامه‌ریزی خطی این اجازه داده می‌شود که با توجه به محدودیت های موجود از جمله محدودیت مربوط به آب با توجه به نیاز ناخالص آبی و بازده برنامه‌ای متفاوت محصولات، الگوی بهینه پیشنهادی کشت زراعی معرفی شود و ارزش اقتصادی مربوط به این الگو که حداکثر ارزش اقتصادی یا حداکثر توان پرداخت است، محاسبه گردد. در جدول ۴ نتایج حاصل از الگوی برنامه‌ریزی خطی نواحی آبیاری مورد بررسی ارائه شده است. در واقع در این جدول سطح زیرکشت پیشنهادی هر محصول در الگوی کشت به نحوی که ضامن حداکثر سود اقتصادی باشد، نمایش داده شده است.

جدول۴. نتایج الگوی برنامه‌ریزی خطی نواحی هفتگانه آبیاری (هکتار)

محصولات	بالادست سد سنگر خارج شبکه	شرق گیلان خارج شبکه	غرب گیلان خارج شبکه	فومنات خارج از شبکه	شرق گیلان داخل‌شبکه	فومنات داخل‌شبکه	مرکزی داخل‌شبکه
شالی محلی	۴۱۵۷	۱۰۱۸۷	۱۳۸۷۳	۱۴۲۶۳	۴۵۰۴۸	۳۵۳۶۰	۶۳۸۴۱
شالی پر محصول	۷۲	۰	۳۵۵	۶۳۲	۴۴۱	۴۷۴۸	۹۳۲
گندم	۰	۰	۴	۰	۰	۰	۰
جو	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰
یونجه آبی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
هندوانه آبی	۴۷	۰	۵۳۹	۱۴۲	۹	۳۴۸	۱۷۰
سیب زمینی آبی	۰	۰	۰	۰	۰	۲۶۰	۰
لوبیا آبی	۲۲۲	۵۳۳	۱۰۲	۰	۱۴۹۵	۰	۱۹۹
هویج آبی	۰	۰	۵۰	۰	۰	۰	۰
سیب آبی	۸۹	۵۹	۰	۰	۳۰	۰	۴۸
گردو آبی	۸۰۴	۶۴۶۱	۰	۰	۵۷۲	۰	۲۸۸
آلبالو و گیلاس آبی	۱۳۸	۴۸	۰	۰	۱۷	۰	۱۷
انار آبی	۱۴۹	۱۴۴	۰	۰	۳۵	۰	۲۷
مرکبات آبی	۲۲	۱۵۳	۱۳۴۷	۰	۳۵	۴۵	۶۰
کیوی آبی	۲۰۱	۱۳۵۷	۰	۲۱۷	۳۱۸	۴۰۸	۵۴۰
زیتون آبی	۳۲۵۹	۰	۰	۰	۴۱۰	۰	۳۸۴
چای آبی	۶۳	۱۶۰۱	۰	۷۵۴	۳۳۹	۱۵۸۸	۷۵۱

مأخذ: محاسبات تحقیق

نتایج برآورد الگوی برنامه‌ریزی در نواحی مورد بررسی نشان می‌دهد که سطح زیر کشت برخی محصولات مانند شالی در اکثر نواحی مقداری کاهش یافته است که این مسئله بیانگر غیراقتصادی بودن تخصیص منابع تولید در شرایط فعلی و همچنین کمبود نهاده‌های مهمی مانند آب است به نحوی که اگر بر اساس نیاز ناخالص بخواهیم به محصولات، به‌ویژه محصولات باغی که سطح آنها در الگو ثابت شده است، آب بدهیم، مقدار سطح فعلی کاهش

می یابد. در ادامه با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی خطی، ارزش اقتصادی آب مورد محاسبه قرارگرفت که نتایج آن در جدول۵ ارائه شده است.

جدول ۵. مقایسه ارزش اقتصادی یا ارزش بازده نهایی آب در مصارف کشاورزی

	ناحیه آبیاری	ارزش اقتصادی آب (ریال)	
خارج شبکه	بالادست سد سنگرخارج شبکه	۱۵۹۸	۲۲۱۵
	شرق گیلان خارج شبکه	۲۳۸۷	
	غرب گیلان خارج شبکه	۲۳۶۶	
	فومنات خارج شبکه	۲۱۰۷	
داخل شبکه	شرق گیلان داخل شبکه	۲۳۷۰	۲۶۲۲
	فومنات داخل شبکه	۳۰۹۶	
	مرکزی داخل شبکه	۲۵۰۳	
	کل استان گیلان		۲۴۹۸

مأخذ: محاسبات تحقیق

همان‌گونه که در جدول فوق مشاهده می‌شود، در الگوی بهینه کشت نواحی آبیاری هفت‌گانه مورد بررسی، حداکثر ارزش اقتصادی آب به ازای هر مترمکعب، ۳۰۹۶ ریال مربوط به ناحیه آبیاری فومنات داخل شبکه و کمترین ارزش مربوط به ناحیه آبیاری بالادست سدسنگر خارج شبکه با ۱۵۹۸ ریال به ازای هر متر مکعب می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به وزن سطح زیرکشت هر ناحیه، متوسط ارزش اقتصادی کشاورزی در نواحی داخل و خارج شبکه به ترتیب ۲۶۲۲ و ۲۲۱۵ ریال به ازای هر متر مکعب است. به عبارت دیگر ایجاد شبکه آبیاری و تنظیم آب مورد نیاز برای کشاورزان، فقط حدود ۴۰ تومان به ازای هر متر مکعب آب مصرفی، فایده خالص اضافی ایجاد می نماید. همچنین متوسط وزنی ارزش اقتصادی آب در نواحی آبیاری هفت‌گانه مورد بررسی، با وزن سطح زیرکشت برابر با ۲۴۹۸ ریال به ازای هر متر مکعب می‌باشد. این درحالی است که طبق اطلاعات گزارشات مشاور مهاب قدس، هزینه تمام شده ایجاد شبکه آبیاری و زهکشی طبق اصول ارزیابی اقتصادی، برای هر متر مکعب آب بیشتر از ۴۰ تومان خواهد شد.

یکی از ویژگی‌های مدیریت نوین آب، مدیریت اقتصادی است. مفهوم مدیریت اقتصادی آب تلاش برای یافتن توازنی بین منافع بهره‌برداری از آب و هزینه‌های تأمین آن و به‌کارگیری ابزارهای مختلف نهادی، فنی و مالی برای دستیابی به حداکثر موازنه مثبت است. به عبارت دیگر مدیریت اقتصادی و مالی در بخش آب با به‌کارگیری ابزارهای مختلفی همچون تعرفه‌ها، جرایم، تخفیف های مالیاتی، قوانین و مقررات، تحقیقات و آموزش و سرمایه گذاری به دنبال بهبود وضعیت تخصیص منابع آب، منطقی‌تر کردن سهم منابع مالی تخصیص یافته به مجموعه فعالیت‌ها، بهبود شاخص‌های بهره‌وری از منابع و اعتلای رفتار مصرف کنندگان از نظر تلفات و آلوده کردن آب‌ها می‌باشد.

در این راستا، قانون هدفمند کردن یارانه ها در بخش آب فرصت مناسبی برای منطقی نمودن تعرفه آب و برقراری توازن قیمت در بخش‌های کشاورزی، صنعت و شرب از طریق کاهش فاصله بین هزینه تمام شده و ارزش اقتصادی آب می‌باشد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در وضعیت موجود، فاصله قابل توجهی بین تعرفه فعلی آب با هزینه تمام شده آن در مصارف مختلف وجود دارد و طبق محاسبات انجام شده، متوسط سهم هزینه آب در هزینه‌های تولید محصولات زراعی در استان گیلان طی سال‌های ۸۷-۱۳۷۹ برابر ۱/۷ درصد می‌باشد، درحالی‌که متوسط این سهم در کل کشور برابر ۱۱ درصد است. بنابراین بستر مناسبی وجود دارد تا در راستای افزایش نرخ پوشش هزینه‌ها در شرکت‌های متولی آب، با مشارکت ذی‌مدخلان در قالب افزایش پلکانی در فازهای بعدی قانون هدفمند کردن یارانه ها، تعرفه آب در مصارف مختلف افزایش یابد.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از نتایج پروژه «مطالعات یکپارچه منابع آب در استان گیلان» در شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس می‌باشد و بدین‌وسیله از همکاری و زحمات همکاران این مشاور به‌ویژه کارشناسان بخش بررسی‌های اقتصادی تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

احسانی، م.، حیاتی، ب.، دشتی، ق.، قهرمان زاده، م. و حسین زاد، ج. ۱۳۹۱. برآورد ارزش اقتصادی آب در تولید جو در شبکه آبیاری دشت قزوین. *نشریه دانش آب و خاک (دانش کشاورزی)*، ۲۲(۱):۱۸۷-۲۰۰.

دهقانپور، ح. و شیخ زین الدین، آ. ۱۳۹۲. تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی در دشت یزد- اردکان استان یزد. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۲۱(۸۲):۴۵-۶۸.

تهامی پور، م. ۱۳۸۴. تعیین ارزش اقتصادی آب برای پسته کاران شهرستان زرند. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه زابل.

تهامی پور، م.، زارع پور، ز. و شاوردی، ع. ۱۳۸۸. برآورد ارزش اقتصادی آب کشاورزی در استان گلستان. هفتمین کنفرانس دوسالانه اقتصاد کشاورزی ایران

چیذری، ا.م. و میرزایی، ح.ر. ۱۳۷۸. روش قیمتگذاری و تقاضای آب کشاورزی برای پسته کاران شهرستان رفسنجان. *فصلنامه اقتصاد کشاورزی*، شماره ۲۶.

حسین زاده فیروزی، ج. و سلامی، ح. ۱۳۷۸. برآورد ارزش اقتصادی آب، زمین و نیروی کار خانوادگی در تولید چغندرقند. سومین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران. مشهد.

محمدی نژاد، ا. ۱۳۸۰. ارزش اقتصادی آب کشاورزی در ایران، مطالعه موردی دشت مرکزی ساوه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

Faux, J. and Perry, M. 1999. Estimation irrigation water value using hedonic price analysis: a case study in Malheur Country. *Land Economic*, 75 (3): 440-452.

Pazvakawambwa, G.T. and Van der Zaag, P. 2000. The Value of irrigation water in Nyanyadzi smallholder irrigation scheme, Zimbabwe. 1st WARFSA/Water Net Symposium, Maputo (November).

Tsur, Y., Roe, T. L., Doukkali, R. M. and Dinar, A. 2004. Pricing irrigation water: Principles and cases from developing countries. Washington, D.C: RFF Press.

Varela-Ortega, C., Sumpsi, J.M., Garrido, A., Blanco, M. and Iglesias, E. 1998. Water pricing policies, public decision making and farmers' response: implications for water policy. *Agricultural Economics,* 19: 193-202.

Wang, H. & Somik, L. 2006. Valuing water for china industries. A Marginal Productivity Policy Research Working Paper 2236.

Young, R. A. 2005. Determining the economic value of water: Concepts and methods. Washington, DC.