

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی بر الگوی کشت زراعی؛ کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) (مطالعه موردی: حوضه آبریز مهارلو-بختگان)

درنا جهانگیرپور، غلامرضا پیکانی، سیدصفدر حسینی و حامد رفیعی^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۲/۱۷

چکیده

گازوئیل و برق، مهم‌ترین حامل‌های انرژی مصرفی در کشت گیاهان زراعی به‌شمار می‌آیند و سهم زیادی از یارانه‌های پرداختی را به خود اختصاص می‌دهند. با توجه به اتخاذ تصمیم حذف یارانه‌های حامل‌های انرژی، این پژوهش با استفاده از داده‌های سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ به بررسی اثر حذف یارانه‌های گازوئیل و برق بر الگوی کشت حوضه آبریز مهارلو-بختگان پرداخته است. برای این منظور از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به همراه رهیافت حداکثر آنتروپی استفاده شد و تابع هزینه غیر خطی برآورد شد. آثار سیاست مورد نظر بر الگوی کشت در قالب ۶ سناریو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش قیمت حامل‌های انرژی با ثابت بودن دیگر عامل‌ها، سطح زیرکشت تمامی گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد در حالی که افزایش همزمان قیمت محصولات به میزان متناسب، می‌تواند این افزایش هزینه را جبران کرده و به افزایش سطح زیر کشت و افزایش سود ناخالص تولید منجر شود. لذا، از آنجا که کشاورزان با هدف بیشینه‌سازی سود الگوی کشت را تعیین می‌کنند، در برخی موارد با افزایش قیمت‌ها، گیاهان زراعی با نیاز آبی بیشتر جایگزین گیاهان زراعی با نیاز آبی و قیمت و سوددهی کمتر می‌شود و بدون افزایش در میزان برداشت آب، سود ناخالص افزایش می‌یابد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود سیاستگذار در امر قیمت‌گذاری این موضوع را مد نظر قرار دهد تا به منظور حفظ منابع آب، الگوی کشت به سمت گیاهان زراعی با نیاز آبی کمتر هدایت شود. گفتنی است که گندم در تمامی سناریوها با کاهش سطح زیرکشت روبه‌رو بوده است، لیکن همچنان بیشترین سهم را در الگوی کشت این حوضه داراست.

طبقه‌بندی JEL: C02, C15

واژه‌های کلیدی: یارانه حامل‌های انرژی، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، حداکثر آنتروپی، الگوی کشت

^۱ به ترتیب؛ دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز، استادان و استادیار اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران

Email: d.jahangirpour@alumni.ut.ac.ir

مقدمه

بخش کشاورزی همانند دیگر بخش‌های فعال اقتصادی، به منظور تولید، عرضه و توزیع محصولات تولیدی خود با انرژی پیوند نزدیکی دارد. بخش عمده‌ای از فرآورده‌های نفتی مصرفی بخش کشاورزی به عنوان سوخت موتور ماشین‌های کشاورزی و چاه‌های آبیاری کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. قسمت اعظم برق مصرفی در این بخش نیز در الکتروپمپ‌های مورد استفاده برای پمپاژ آب از چاه‌ها به مصرف می‌رسد. درصد کمتری از انرژی مصرفی این بخش، گاز طبیعی است که به مصارف گرمایی اختصاص یافته و برای تأمین گرمایش فضای گلخانه‌ها، مرغداری‌ها و دامپروری‌ها استفاده می‌شود. لذا انرژی به عنوان نهاده مهم تولیدی، اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولیدات این بخش و افزایش صادرات غیر نفتی کشور دارد (سلیمانی، ۱۳۸۷). مهم‌ترین بخش استفاده از حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی در استحصال آب و به کارگیری ماشین‌های کشاورزی است و با توجه به این موضوع که واحدهای تولیدی کشاورزی بر مبنای هدف اولیه خود یعنی بیشینه‌سازی سود در برابر تغییر متغیرهای اقتصادی واکنش نشان می‌دهند، با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، هزینه نهایی استفاده از این نهاده‌ها افزایش می‌یابد. با افزایش هزینه به کارگیری نهاده آب آبیاری و ماشین‌های کشاورزی به سبب قیمت‌گذاری بالاتر برق و نفت‌گاز، با فرض ثابت بودن دیگر عامل‌ها، این امکان وجود دارد که انگیزه کشاورزان برای کاهش هزینه تولیدات محصولات کشاورزی، با جایگزینی یا حذف تولید برخی از اقلام محصولات کشاورزی از الگوی کشت (محصولاتی که قابلیت رقابت خود را در شرایط جدید از دست می‌دهند) رخ دهد (مؤسسه پژوهش‌ها و برنامه‌ریزی اقتصاد کشاورزی، ۱۳۸۷). با این فرضیه، ضرورت بررسی آثار سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی به‌طور ویژه بر جایگاه تولید محصولات راهبردی در الگوی کشت، امری غیرقابل چشم‌پوشی است. گندم راهبردی‌ترین کالای کشاورزی در ایران است (حسینی و اسپریگز، ۱۹۹۸) و در سطح جهانی به عنوان ابزاری سیاسی در روابط بین‌الملل به کار می‌رود (آهویسوسی و همکاران، ۱۹۹۵).

استان فارس با دارا بودن سهمی برابر با ۶/۹۱ درصد از سطح زیر کشت گندم از نظر سطح برداشت، با تولید ۱۰/۳۱ درصد از گندم کشور، در جایگاه نخست تولیدکنندگان این محصول راهبردی قرار گرفته است (مجله برنامه، ۱۳۸۹). از سویی این استان از جمله استان‌های واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور است که بیش از ۹۰ درصد از آب بهره‌برداری شده در آن به مصرف بخش کشاورزی می‌رسد و از این میزان، ۱۷ درصد از منابع سطحی و ۸۳ درصد از

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی... ۶۵

منابع زیرزمینی تأمین می‌شود. این آمار، بیانگر این واقعیت است که کشاورزی استان فارس بیشتر بر منابع آب زیرزمینی متکی است (جهاد کشاورزی، ۱۳۸۷) که وابستگی قابل توجهی به مصرف انرژی دارد.

با این وصف، بررسی آثار اجرای سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی (نفت‌گاز و برق) بر الگوی کشت گیاهان زراعی و توجه به تغییر جایگاه گندم در الگوی کشت، ضرورت و اهمیت ویژه‌ای را در سیاست‌گذاری‌های کلان داراست. لیکن لازمه‌ی دستیابی به یک تحلیل معتبر، تدوین الگویی مناسب است که نتایج آن برای برنامه‌ریزان و سیاستگذاران در جهت انتخاب ابزار مناسب، قابل اعتماد باشد و کشور را در دستیابی به هدف‌های سیاستی و اقتصادی مورد نظر در سند چشم‌انداز یاری رساند. بر همین اساس، با هدف تدوین الگویی مناسب برای بررسی اثر حذف یارانه حامل‌های انرژی بر الگوی کشت با تأکید بر نقش محصول راهبردی گندم صورت گرفته است.

با توجه به اینکه بیشترین مصرف حامل‌های انرژی در فرایند تولید محصولات زراعی، در بخش استحصال منابع آب زیرزمینی می‌باشد، حوضه آبریز مهارلو بختگان به عنوان منطقه مورد بررسی انتخاب شد. این حوضه آبریز به عنوان یکی از مناطق مهم کشاورزی در استان فارس و در نیمه جنوبی کشور مورد توجه است و با اختصاص حدود ۲۵/۶۷ درصد از مساحت استان فارس، ۴۷/۸۵ درصد از سطح زیرکشت زراعی استان را در بر گرفته است که حدود ۶۰ درصد از آن به کشت گندم اختصاص دارد. بنابر اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی و وزارت نیرو، بیش از ۷۰ درصد آب مورد نیاز کشت گیاهان زراعی حوضه مهارلو در سال ۸۸-۱۳۸۷ از چاه‌ها تأمین شده است. بر پایه اطلاعات سازمان آب منطقه‌ای، ۶۲ درصد از موتورپمپ چاه‌های آبی این حوضه، دیزلی و ۳۸ درصد برقی هستند.

بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد که در پژوهش‌های داخلی، تغییرات قیمت حامل‌های انرژی بیشتر از نقطه‌نظر اثر بر مصرف‌کننده و در ابعاد کلان صورت گرفته است. برای نمونه می‌توان به پژوهش‌های منظور و همکاران (۱۳۸۹)، آرمن و زارع (۱۳۸۸)، خیابانی (۱۳۸۷)، عباسی‌نژاد (۱۳۸۵) و پرمه (۱۳۸۴) اشاره کرد. در بخش کشاورزی این موضوع کمتر مورد توجه قرار گرفته و بررسی‌های کم‌شماری هم که انجام شده است به یک یا چند محصول خاص پرداخته‌اند. برای مثال، طاهری و همکاران (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای، با بررسی اثر حذف یارانه انرژی بر هزینه‌های تولید کلزا در شهرستان مرودشت، به شناسایی منابع شدت انرژی و ارزیابی

آثار رفاهی حذف یارانه انرژی در میان تولیدکنندگان کلزا در استان فارس پرداختند. سرایی و سلامی (۱۳۸۹)، به برآورد میزان افزایش قیمت گندم تولیدی در نتیجه حذف یارانه سوخت پرداختند. در این پژوهش، برای بررسی اثر حذف یارانه سوخت بر قیمت گندم، تابع هزینه ترانسلوگ مقید با متغیر سطح زیرکشت به عنوان نهاده ثابت به همراه توابع سهم نهاده‌های تولید (آب، نیروی کار، ماشین‌ها و ادوات، کود و بذر) همزمان، با استفاده از روش رگرسیون به ظاهر نامرتب و با به‌کارگیری داده‌های ۸۶-۱۳۶۶ برآورد و مقادیر کشتش هزینه در سطح میانگین پنج سال اخیر متغیرها برآورد شده است. از دیگر پژوهش‌های مرتبط با حامل‌های انرژی که در بخش کشاورزی صورت گرفته است می‌توان به مهرگان و همکاران (۱۳۸۸)، شادان (۱۳۸۱)، گیلان‌پور و کاظم‌نژاد (۱۳۸۰) و جولایی و زارع (۱۳۸۰) اشاره کرد.

شایان ذکر است که پس از اجرای سیاست هدفمندسازی یارانه‌ها، به دلیل اهمیت تأثیر این سیاست بر تغییر الگوی کشت گیاهان زراعی بررسی‌هایی صورت گرفته است. گرگانی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به بررسی تأثیر هدفمندسازی یارانه حامل‌های انرژی بر الگوی کشت گیاهان زراعی شهرستان گنبد کاووس پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش، گویای کاهش ۵۵ درصدی سطح زیرکشت کل گیاهان زراعی در منطقه مورد بررسی است. بهمن‌پوری و همکاران (۱۳۹۲) نیز تأثیر آزادسازی قیمت حامل‌های انرژی را بر الگوی کشت در سامانه‌های آبیاری مختلف دشت قزوین مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج به‌دست آمده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در این مطالعه بیانگر کاهش سطح زیرکشت تمامی گیاهان زراعی به غیر از کلزا می‌باشد.

همچنین، پژوهش‌هایی که در خارج از کشور به موضوع حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی پرداخته‌اند مؤید افزایش قابل توجه هزینه تولید بر اثر افزایش قیمت حامل‌های انرژی بوده‌اند: بدیانی و جسو (۲۰۱۱)، چارلز و موس (۲۰۱۰)، گلدن و همکاران (۲۰۰۶)، رائل استون و همکاران (۲۰۰۵).

در بررسی آثار سیاست‌های مختلف بر الگوی کشت زراعی، توجه به بهم پیوستگی مدیریت منابع آب در سطح یک حوضه آبریز دارای اهمیت ویژه‌ای است. با توجه به این موضوع و همچنین نقش بسزای استان فارس و حوضه آبریز مهارلو بختگان در تولید محصولات راهبردی زراعی کشور، در این پژوهش تلاش شده است که آثار سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی بر

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی... ۶۷

الگوی کشت زراعی حوضه آبریز مهارلو بختگان، در سناریوهای مختلف و با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، تجزیه و تحلیل شود.

روش تحقیق

مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی یک ابزار مهم و با استفاده گسترده در تحلیل‌های کشاورزی و اقتصادی است و همچنان روش غالب در تجزیه و تحلیل‌های تولیدی و استفاده از منابع در کشاورزی می‌باشد (هاویت، ۲۰۰۶). در این پژوهش برای دستیابی به هدف بیان‌شده، از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت^۱ (PMP) به همراه رهیافت حداکثر آنتروپی استفاده شده است. برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP)، یک روش تحلیل تجربی است که از تمام اطلاعات موجود، به‌دور از اینکه به چه میزان کمیاب هستند، استفاده می‌کند. این روش در وضعیتی که داده‌های سری زمانی اندکی در دسترس است، به ویژه در تحلیل‌های منطقه‌ای و بخشی کشورهای در حال توسعه مورد استفاده قرار می‌گیرد (آرفینی، ۲۰۰۳ و رهام و همکاران، ۲۰۰۳). بررسی پژوهش‌های مرتبط با کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی مثبت نشان داد که این روش به طور گسترده برای بررسی اثرات سیاست‌های مشترک کشاورزی CAPRI^۲ در اتحادیه اروپا در سطوح مختلف منطقه‌ای، ملی و کل اتحادیه استفاده شده است (آرفینی و همکاران، ۲۰۰۳ و پاریس و هاویت، ۱۹۹۸). تمامی این پژوهش‌ها گویای این است که این روش، یک روش مناسب برای تحلیل سیاست‌های کشاورزی است. اطلاعات مورد نیاز برای برآورد این الگوها اندک است. اهمیت این مسئله به ویژه در الگوسازی‌های منطقه‌ای که در آن اطلاعات قابل اندازه‌گیری محدودتر می‌باشد، بیشتر است. در این روش نیازی به استفاده از محدودیت‌های کالیبراسیون که می‌تواند قابلیت شبیه‌سازی الگو را تحت تأثیر قرار دهد، وجود ندارد. برتری‌های استفاده از الگوهای PMP تنها در ویژگی کالیبراسیون خودکار آنها نیست بلکه در توانایی آنها در پاسخ شفاف به گزینه‌های سیاستی مختلف نیز می‌باشد. ویژگی دیگر الگوی PMP این است که کالیبراسیون غیرخطی می‌تواند در هر سطحی از جمع‌سازی رخ دهد (هاویت، ۲۰۰۵). هاویت (۱۹۹۵) و پاریس و هاویت (۱۹۹۸) استفاده از روش PMP را در سه مرحله برآورد هزینه نهایی تولید محصولات، برآورد تابع هزینه غیر خطی و در نهایت، تصریح الگوی کالیبره شده و کاربرد آن به منظور تحلیل سیاست‌ها، توضیح می‌دهند.

^۱ Positive Mathematical Programming (PMP)

^۲ Common Agricultural Policy Regional Impact analysis

مرحله اول PMP: در مرحله نخست، با فرض حداکثرسازی بازده برنامه‌ای، الگوی اولیه به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$\begin{aligned} \text{Maximize} \quad & z = \sum_{i=1}^n p_i'x - c'x \\ \text{Subject to} \quad & Ax \leq b \quad [\lambda] \\ & x \leq x_0 + \varepsilon \quad [\rho] \\ & x \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

که در آن z ارزش تابع هدف، P بردار $(n \times 1)$ قیمت‌های محصول، x بردار $(n \times 1)$ غیر منفی از سطوح فعالیت‌های تولیدی، c بردار $(n \times 1)$ از هزینه حسابداری هر واحد از فعالیت، A ماتریس $(m \times n)$ ضرایب فنی تولید (ضرایب در محدودیت‌های منابع)، b بردار $(m \times 1)$ مقادیر منابع در دسترس، x_0 بردار $(n \times 1)$ غیرمنفی از سطوح مشاهده شده فعالیت‌های تولیدی و ε بردار $(n \times 1)$ از اعداد مثبت کوچک برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری و محدودیت کالیبراسیون می‌باشد. λ بردار $(m \times 1)$ از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع و ρ بردار $(n \times 1)$ از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های کالیبراسیون را نشان می‌دهد. گروه اول محدودیت‌ها در این مدل، محدودیت‌های مربوط به دیگر نهاده‌های مورد استفاده در فرآیند تولید محصولات زراعی شامل زمین، آب، نیروی کار، ماشین‌ها و ادوات، کودها و سموم شیمیایی می‌باشد. در این بین، با توجه به ارزش آب در کشاورزی و محدودیت این منبع مهم و حیاتی و وجود خشکسالی‌های متناوب و نیز با توجه به اهمیت زمان در مورد این منبع، برای تخصیص بهینه آب، محدودیت آب به صورت ماهانه وارد الگو شده است (محسنی و زیبایی، ۱۳۸۷).

با افزودن محدودیت‌های کالیبراسیون (سطوح مشاهده شده محصولات در سال پایه) به مجموعه محدودیت‌های منابع، یک الگوی برنامه‌ریزی خطی معمولی تشکیل می‌شود و با حل مدل LP^1 ، مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های کالیبره شده (ρ) تعیین می‌شوند. این قیمت‌های سایه‌ای، مربوط به سطوح زیرکشت گیاهان در سال پایه هستند و بنابر بررسی‌های پاریس و هاویت (۱۹۹۸) و هاویت (۱۹۹۵)، این مقادیر دوگان هر نوع خطای تصریح الگو، خطای داده‌ها، خطای جمع‌سازی، رفتار ریسک و انتظارات قیمت را تسخیر می‌کند. در کالیبراسیون یک تابع هزینه غیرخطی افزایشی، بردار دوگان (ρ) به عنوان بردار هزینه نهایی تفاضلی که همراه با بردار هزینه حسابداری فعالیت‌ها (c)، هزینه نهایی متغیر واقعی تولید بردار فعالیت مشاهده شده x_0 را مشخص می‌کند، تفسیر شده است (پاریس و هاویت، ۱۹۹۸).

¹ Linear Programming

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی... ۶۹

مرحله دوم PMP: در گام دوم، از اطلاعات به دست آمده برای قیمت‌های سایه‌ای در مرحله اول، برای برآورد پارامترهای یک تابع هدف غیرخطی استفاده می‌شود. به طوری که سطوح فعالیت‌های مشاهده شده در دوره پایه توسط الگوی غیرخطی یاد شده و بدون استفاده از محدودیت‌های کالیبراسیون اولیه، بازتولید می‌شود (هاویت، ۱۹۹۵ و پاریس، ۲۰۰۱).

در روش PMP، تابع هدف غیرخطی را می‌توان از طرف عرضه (هزینه) یا تقاضا (قیمت) یا ترکیبی از این دو تشکیل داد (هاویت، ۲۰۰۵). در روش‌های مبتنی بر عرضه فرض می‌شود که توابع هزینه غیرخطی و عملکرد ثابت برای کالیبراسیون مدل به کار می‌رود. روش‌های مبتنی بر تقاضا زمانی سودمند هستند که مدل به اندازه کافی در مقیاس بزرگ تعریف شده باشد تا تغییرات در میزان محصول بتواند قیمت را تغییر دهد (بخشی، ۱۳۹۰). در این مرحله، انواع مختلفی از توابع غیرخطی برای کالیبراسیون به کار می‌روند (هکلی، ۲۰۰۲ و پاریس و هاویت، ۱۹۹۸). هاویت (۲۰۰۵) بر این باور است که در روش PMP اغلب از توابع هزینه‌ای که از طریق داده‌ها و برآوردهای اقتصادسنجی به عنوان بهترین مدل غیرخطی معرفی شده باشند، استفاده می‌شود. فرم تابعی منتخب در بیشتر پژوهش‌ها (آرفینی و پاریس، ۱۹۹۵؛ هی و همکاران، ۲۰۰۶؛ هاویت، ۱۹۹۵ و مدلین و همکاران، ۲۰۰۹) فرم تابع درجه دوم است. دلیل ترجیح این فرم تابعی بر دیگر فرم‌ها، خوش‌فرم بودن تابع هزینه درجه دوم (تابع هزینه نهایی درجه دوم برای هر فعالیت) و سادگی محاسبه‌ها و نبود دلیل قوی بر برتری دیگر فرم‌های تابعی است (هکلی، ۲۰۰۲ و کورتیگنانی و سورینی، ۲۰۰۹). از این رو تابع هزینه درجه دوم به صورت تابع (۲) انتخاب می‌شود:

$$C^V(X) = dx + \frac{X'QX}{2} \quad (2)$$

که در این تابع d بردار $(n \times n)$ از پارامترهای جزء خطی تابع هزینه و Q ماتریس مثبت، نیمه معین و متقارن با ابعاد $(n \times n)$ از پارامترهای درجه دوم تابع هزینه می‌باشد. بردار هزینه نهایی متغیر (MC_V) مربوط به تابع هزینه (۲)، برابر با مجموع بردار هزینه حسابداری c و بردار هزینه نهایی تفاضلی ρ است:

$$MC_V = d + QX = c + \rho \quad (3)$$

این رابطه که حاصل مشتق‌گیری شرایط مرتبه اول $\frac{\partial C(X)}{\partial X}$ است، یک سیستم n معادلاتی به دست می‌دهد که دارای $[n(n+1)/2]$ پارامتر می‌باشد، در حالی که تعداد مشاهدات بسیار اندک $(c, \rho \text{ و } X_0)$ است. این مسئله باعث می‌شود تا درجه آزادی این برآورد منفی شود و نتوان

همه این پارامترها را برآورد کرد. به چنین مسائلی که تعداد پارامترهایی که باید محاسبه شوند بیش از تعداد معادلات است، مسائل بد-وضعیت^۱ گفته می‌شود (رهام و دابرت، ۲۰۰۳). برای حل این سیستم معادلات، تعداد نامحدودی از مجموعه پارامترها وجود دارد که شرایط مورد نظر را برآورده می‌کنند و به کالیبراسیون مناسب مدل منجر می‌شوند، اما هر مجموعه از این پارامترها عکس‌العمل‌های متفاوتی از بهره‌برداران را نتیجه می‌دهد (بخشی، ۱۳۹۰). از این رو، واکنش عرضه هر محصول به ماتریس کامل وابسته است. به بیان دیگر، با توجه به اینکه نتایج مدل کالیبره شده به مشتق‌های مرتبه دوم تابع هدف بستگی دارد، می‌بایست که پارامترهای تابع هزینه یعنی بردار d و ماتریس Q به درستی برآورد شود.

برای برآورد ماتریس Q و بردار d روش‌های مختلفی توسعه یافته است. هاویت (۱۹۹۵) استفاده از روش حداکثر آنتروپی را به عنوان بهترین روش برآورد پارامترهای ماتریس Q ، معرفی کرد. استفاده از این روش در اقتصادسنجی نیز به وسیله گلان و همکاران (۱۹۹۶) مطرح شد و در سال ۱۹۹۸ توسط هاویت و پاریس به عنوان روشی برای حل مشکل درجه آزادی منفی PMP مورد استفاده قرار گرفت. در این مرحله از روش PMP با مشخص نمودن نقاط کمکی^۱ برای بردار d و ماتریس Q ، می‌توان نقاط کمکی لازم را برای عناصر در برگیرنده بردار d و بردار Q را تعیین کرد که مقادیر معلوم همان هزینه‌های حسابداری (C) و قیمت‌های سایه‌ای سطوح مشاهده شده زمین برای کشت انواع گیاهان زراعی ρ و نیز سطوح مشاهده شده (x_0) می‌باشد. لازم به یادآوری است که جهت خوش فرم بودن تابع هزینه متغیر تولید چندجمله‌ای با درجه دوم لازم است که ماتریس Q متقارن مثبت و نیمه معین باشد. برای اینکه این شرط برقرار باشد از روش تجزیه چولسکی^۲ استفاده می‌شود که در واقع تضمین‌کننده متقارن مثبت و نیمه معین بودن ماتریس Q است. بر مبنای فاکتورگیری چولسکی، ماتریس Q را می‌توان به صورت زیر نوشت (پاریس و هاویت، ۱۹۹۸).

$$Q = L \cdot D \cdot L' \quad (4)$$

که L یک ماتریس پایین مثلثی و D یک ماتریس قطری می‌باشد. Q زمانی یک ماتریس نیمه معین مثبت خواهد بود که عناصر قطری در ماتریس D که به مقادیر چولسکی موسوم هستند،

^۱ Support Points

^۲ Cholesky Decomposition

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی... ۷۱

غیر منفی باشند. در برآورد پارامترهای موجود در ماتریس Q، نقاط پشتیبان در نظر گرفته می‌شود که در این صورت برای عناصر موجود در آن نیز رعایت توزیع احتمال ضروری است. برای ساخت ارزش‌های کمکی با استفاده از اطلاعات در دسترس و ایجاد فضای کمکی، از نسبت‌های هزینه نهایی به سطوح محصول مورد مشاهده و وزن‌های مناسب استفاده می‌شود. با توجه به اینکه ماتریس Q دارای (J×J) پارامتر است و هر پارامتر با استفاده از K ارزش کمکی مشخص می‌شود، ماتریس‌های Z_D و Z_L به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\begin{aligned} Z_D(j, j', k) &= \left[\frac{MC(j)}{X_R(j)} \right] W_D(k) & k = 1, 2, \dots, K & \text{for } j = j' \\ Z_D(j, j', k) &= 0 & & \text{for } j \neq j' \\ Z_L(j, j', k) &= \left[\frac{MC(j)}{X_R(j)} \right] W_L(k) & k = 1, 2, \dots, K & \text{for } j > j' \\ Z_L(j, j', k) &= 0 & & \text{for } j < j' \end{aligned} \quad (5)$$

که W_D و W_L بردارهای $(k*1)$ از وزن‌های مناسب مربوطه هستند.

به منظور برآورد ماتریس Q با استفاده از حداکثر آنتروپی شانون، تابع هدف و محدودیت‌های این مدل به صورت زیر تشکیل می‌شود (پاریس و هاویت، ۱۹۹۸).

$$\text{Max } H(P_L, P_D) = - \sum P_L(j, j', k) \cdot \text{Log}[P_L(j, j', k)] - \sum P_D(j, j', k) \cdot \text{Log}[P_D(j, j', k)] \quad (6)$$

S.t:

$$MC_1^Y = QX_R = LDL'X_R = (Z_L \cdot P_L)(Z_D \cdot P_D)(Z_L \cdot P_L)'X_R \quad (7)$$

$$\sum_k P_L(j, j', k) = 1 \quad j, j' = 1, 2, \dots, j \quad (8)$$

$$\sum_k P_D(j, j', k) = 1 \quad j, j' = 1, 2, \dots, j \quad (9)$$

که دو محدودیت (۶) و (۷) شرایط مربوط به احتمال‌ها است. تابع آنتروپی شانون (H) نسبت به P_D و P_L اکیداً مقعر است. از این رو، شرایط کانتاکر مربوط به این مسئله برای یک پاسخ درونی، شرایط لازم و کافی هستند. با حل مسئله فوق و تعیین مقادیر ماتریس احتمال‌های P_L و P_D ، می‌توان مقادیر مورد انتظار ماتریس چولسکی L و D را به دست آورد. با مشخص شدن مقادیر عناصر L و D می‌توان مقادیر عناصر تشکیل دهنده ماتریس Q را برآورد کرد (بخشی، ۱۳۸۸).

مرحله سوم PMP: پس از برآورد پارامترهای تابع هزینه تولید درجه دوم (\hat{Q}) در مرحله دوم، در مرحله سوم تابع هزینه غیرخطی جایگزین جزء خطی هزینه متوسط در الگوی برنامه‌ریزی می‌شود:

$$\begin{aligned} \text{Maximize } z &= \rho'X - d'X - X'\hat{Q}X/2 \\ \text{Subject to: } & AX \leq 0 \end{aligned} \quad (10)$$

$$X \geq 0$$

ماتریس \hat{Q} و بردار \hat{d} پارامترهای کالیبره شده تابع هدف غیرخطی می‌باشند. مدل یاد شده، بدون نیاز به محدودیت کالیبراسیون و با استفاده از تابع هدف کالیبره شده محدودیت‌های منابع، به طور دقیق سطوح فعالیت سال پایه را بازتولید می‌کند و در واقع همان مدل مورد استفاده برای شبیه‌سازی سیاست‌ها (تغییرات در پارامترهای مورد نظر) می‌باشد. با توجه به اینکه مهم‌ترین بخش استفاده از حامل‌های انرژی در کشاورزی برای استحصال منابع آب زیرزمینی و کاربرد ماشین‌های کشاورزی در عملیات کاشت، داشت و برداشت کشاورزی است، نفت‌گاز و برق مهم‌ترین حامل‌هایی هستند که در بخش کشاورزی کاربرد دارند. بر این اساس، در این پژوهش، اثر حذف یارانه حامل‌های انرژی بر هزینه تولید محصولات زراعی از طریق تغییر در هزینه‌های دو نهاده آب و ماشین‌های کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. برای محاسبه هزینه انرژی در به کارگیری ماشین‌های کشاورزی، هزینه کل ماشین‌های کشاورزی در تولید هر محصول را به صورت زیر تجزیه می‌کنیم:

$$\text{machine}(i) = \text{csokht}(i) + \text{ocmachine}(i)$$

که در آن $\text{machine}(i)$ کل هزینه ماشین‌ها در تولید محصول i ام، $\text{csokht}(i)$ هزینه سوخت ماشین در تولید محصول i ام و $\text{ocmachine}(i)$ دیگر هزینه‌های ماشین در تولید محصول i ام می‌باشد. هزینه سوخت در تولید هر محصول نیز با فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{csokht}(i) = h(i) \times \text{qsokht}(i) \times \text{psokht}$$

که در آن $h(i)$ تعداد ساعت‌های مورد نیاز محصول i ام برای استفاده از ماشین‌ها در یک هکتار، $\text{qsokht}(i)$ میزان گازوئیل مورد نیاز ماشین‌ها برای هر ساعت کار بر حسب لیتر و psokht قیمت سوخت می‌باشد. هزینه تأمین هر متر مکعب آب نیز به صورت زیر به هزینه استحصال و دیگر هزینه‌ها تجزیه می‌شود:

$$c(i) = \text{cest}(i) + \text{ocw}(i)$$

که در آن $c(i)$ هزینه تأمین هر متر مکعب آب، $\text{ocw}(i)$ دیگر هزینه‌های هر متر مکعب آب و Cest هزینه استحصال هر متر مکعب آب می‌باشد. برای محاسبه هزینه استحصال آب در هکتار برای هر محصول نیز از رابطه زیر استفاده شد:

$$\text{cest}(i) = (\text{diz} \times \text{dng} \times \text{pd} + \text{bargh} \times \text{bng} \times \text{pb}) \times \text{awat}(i)$$

که در آن bargh درصد چاه‌های برقی حوضه، diz درصد چاه‌های موتورپمپ دیزلی حوضه، pd قیمت هر لیتر گازوئیل، pb قیمت هر کیلووات ساعت برق، dng میانگین میزان سوخت لازم برای استحصال یک متر مکعب آب از چاه و bng میانگین میزان برق لازم برای استحصال یک

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی...۷۳

متر مکعب آب از چاه است. داده‌های مورد نیاز برای برآورد الگوهای این پژوهش و منابع تأمین آنها در جدول (۱) آورده شده است. لازم به ذکر است که برآورد الگوهای PMP به همراه رهیافت حداکثر آنتروپی با استفاده از نرم‌افزار GAMS صورت گرفت.

جدول (۱) داده‌های مورد نیاز این پژوهش و منابع تأمین داده‌ها

ردیف	داده‌های مربوط به سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸	منبع
۱	هزینه تولید محصولات زراعی و اطلاعات مربوط به سطوح زیرکشت گیاهان	وزارت جهاد کشاورزی و مطالعات وزارت نیرو
۲	نیاز آبی تولید محصولات مختلف	نرم‌افزار NETWAT
۳	درصد استفاده از منابع مختلف آبیاری به تفکیک تولید محصول	وزارت جهاد کشاورزی
۴	تعداد چاه‌های حوضه و دبی چاه‌ها	مدیریت منابع آب ایران
۵	مشخصات حوضه و محدوده‌های مطالعاتی	وزارت نیرو
۶	میزان سوخت مصرفی ماشین‌های کشاورزی در ساعت و تعداد ساعت مصرف ماشین‌های کشاورزی به تفکیک تولید محصول	امور آب و خاک وزارت جهاد کشاورزی
۸	قیمت حامل‌های انرژی	وزارت نیرو

نتایج و بحث

در این قسمت نتایج برآورد الگوی PMP برای حوضه مهارلو-بختگان و اثر اعمال سناریوهای سیاستی مختلف بر الگوی کشت این حوضه ارائه خواهد شد. همان طور که در مقدمه گفته شد، این حوضه از نظر سطح زیر کشت گیاهان زراعی دارای اهمیت بسزایی است. کشاورزی این حوضه به دلیل اتکا بر منابع آب زیرزمینی، وابستگی قابل توجهی به حامل‌های انرژی دارد. در میان محصولات زراعی این حوضه، سهم انرژی در هزینه‌های تولید خیار، برنج و گوجه‌فرنگی کمتر از دیگر محصولات بوده و سهم هزینه انرژی از کل هزینه تولید محصولات گندم، جو، نخود و عدس بیش از محصولات دیگر است. همچنین چغندر قند و پنبه نسبت به دیگر محصولات آب‌برتر بوده و از نظر مقدار مطلق، هزینه انرژی برای پنبه بیشتر از دیگر محصولات بوده است.

مبنای تعریف سناریوها

پس از اجرای طرح هدفمندسازی یارانه‌ها از سال ۱۳۸۹، قیمت نفت‌گاز از ۱۶۵ ریال در بخش کشاورزی به ۱۵۰۰ ریال افزایش یافت. افزایش قیمت برق کشاورزی پس از اجرای گام اول طرح هدفمندسازی یارانه‌ها از ۲۲ ریال به ۸۰ ریال رخ داده است. سناریوی اول و دوم این پژوهش بر همین پایه شکل گرفت. در سناریوی دوم، همزمان با افزایش قیمت نفت‌گاز و برق، فرض شد که به میزان افزایش ایجادشده در هزینه تمام‌شده تولید، به علت افزایش قیمت

حامل‌های انرژی، قیمت محصولات نیز افزایش یابد. در ماده اول قانون هدفمند کردن یارانه‌ها بیان شده است که قیمت فروش داخلی فرآورده‌های نفتی می‌بایست به تدریج تا پایان برنامه پنجساله پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران کمتر از ۹۰ درصد قیمت تحویل روی کشتی (فوب) در خلیج فارس نباشد. با احتساب این موضوع، قیمت نفت‌گاز، حداقل تا ۳۵۰۰ ریال افزایش خواهد یافت. در بند (ج) همین ماده اشاره شده است که میانگین قیمت فروش داخلی نفت باید به گونه‌ای تعیین شود که به تدریج تا پایان برنامه پنجساله توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران معادل قیمت تمام شده آن باشد. بنابراین در سناریو سوم به بررسی اثر افزایش قیمت نفت‌گاز تا میزان ۳۵۰۰ ریال و افزایش قیمت برق تا میزان ۳۴۰ ریال پرداخته شد. در سناریوی چهارم فرض شد که با افزایش قیمت نفت‌گاز و برق تا حد ۳۵۰۰ و ۳۴۰ ریال، به طور همزمان قیمت محصولات مورد بررسی نیز به میزان افزایش در هزینه تمام شده، افزایش یابد. از آنجا که آزادسازی قیمت‌ها و هدفمند کردن یارانه‌ها علاوه بر حامل‌های انرژی، بر دیگر نهاده‌های کشاورزی از جمله کودهای شیمیایی و همچنین قیمت تمام‌شده محصول نیز تأثیرگذار است، در سناریوی پنجم حذف همزمان یارانه‌های حامل‌های انرژی و کودهای شیمیایی و افزایش در قیمت تمام‌شده محصولات مد نظر قرار گرفته است. در ماده ۸ قانون هدفمندسازی یارانه‌ها دولت مکلف شده است که ۳۰ درصد از خالص وجوه حاصل از اجرای این قانون را برای پرداخت کمک‌های بلاعوض، یارانه سود تسهیلات و یا وجوه اداره‌شده برای اجرای مواردی هزینه کند. یکی از این موارد اصلاح ساختار فناوری واحدهای تولیدی در جهت افزایش بهره‌وری انرژی و آب است. بر این اساس در سناریوی ششم همزمان با افزایش حذف یارانه‌های انرژی همانند سناریوی سوم، افزایش در راندمان آبیاری به میزان ۱۰ درصد در نظر گرفته شده است.

جدول (۲) سناریوهای مورد بررسی در این پژوهش

سناریو	نوع سیاست
۱	افزایش قیمت نفت‌گاز تا ۱۵۰۰ ریال و قیمت برق تا ۸۰ ریال
۲	افزایش قیمت نفت‌گاز تا ۱۵۰۰ ریال و قیمت برق تا ۸۰ ریال + افزایش در قیمت محصولات به میزان افزایش در هزینه تمام‌شده
۳	افزایش قیمت نفت‌گاز تا ۳۵۰۰ ریال و قیمت برق تا ۳۴۰ ریال
۴	افزایش قیمت نفت‌گاز تا ۳۵۰۰ ریال و قیمت برق تا ۳۴۰ ریال + افزایش در قیمت محصولات به میزان افزایش در هزینه تمام‌شده
۵	افزایش قیمت نفت‌گاز تا ۳۵۰۰ ریال و قیمت برق تا ۳۴۰ ریال + افزایش در قیمت محصولات طبق پیشنهاد مؤسسه پژوهش‌های اقتصاد کشاورزی + افزایش در قیمت کودهای شیمیایی به قیمت جهانی
۶	افزایش قیمت نفت‌گاز تا ۳۵۰۰ ریال و قیمت برق تا ۳۴۰ ریال + ۱۰ درصد افزایش در راندمان آبیاری

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی... ۷۵

به منظور محاسبه هزینه انرژی در استحصال آب از منابع زیرزمینی، میزان انرژی مورد نیاز برای استحصال یک متر مکعب باید محاسبه شود. نفت‌گاز و برق، حامل‌های انرژی مورد استفاده برای استحصال آب از چاه هستند، لذا با استفاده از اطلاعات عمق و دبی چاه‌ها در منطقه مورد بررسی، مقدار سوخت و برق لازم برای استحصال یک متر مکعب آب از چاه محاسبه شد. نتایج در جدول (۳) آورده شده است.

جدول (۳) نتایج محاسبه مقدار انرژی لازم برای استحصال آب

منطقه	چاه‌های عمیق		چاه‌های نیمه عمیق		انرژی لازم برای استحصال یک متر مکعب آب از چاه	
	متوسط عمق (متر)	متوسط دبی (لیتر بر ثانیه)	متوسط عمق (متر)	متوسط دبی (لیتر بر ثانیه)	سهم نفت-گاز (کیلووات (لیتر))	سهم برق (کیلووات)
مهارلو-بختگان	۹۶/۲۱	۱۶/۴۴	۲۷/۰۰	۹/۲۳	۰/۲۴	۰/۴۱

منبع: یافته‌های پژوهش.

نتایج شبیه‌سازی سیاست‌ها

در این قسمت به ارائه نتایج به‌دست آمده از برآورد الگوی PMP و شبیه‌سازی سناریوهای مختلف برای حوضه آبریز مهارلو-بختگان پرداخته می‌شود. نتایج به‌دست آمده از بررسی اثر سناریوهای اول و دوم بر سطح زیر کشت گیاهان مختلف در جدول (۴) آمده است.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، افزایش قیمت حامل‌های انرژی بنابر سناریوی ۱، منجر به کاهش سطح زیر کشت تمامی گیاهان در این حوضه شده و گیاه پنبه به طور کامل از الگوی کشت این منطقه حذف می‌شود. گفتنی است که پنبه نسبت به دیگر گیاهان نیاز آبی و مصرف ماشین‌ها و ادوات بیشتری دارد و لذا هزینه تولید آن بیشتر افزایش می‌یابد. پس از پنبه، بیشترین کاهش در سطح زیر کشت چغندر قند و کمترین کاهش مربوط به برنج، گوجه‌فرنگی و خیار است. این سه گیاه زراعی، نسبت به دیگر گیاهان دارای کمترین میزان مصرف ماشین‌ها و ادوات در هکتار می‌باشند. در این سناریو، سطح زیر کشت گندم با کاهشی برابر با ۱۱/۵ درصد، از ۱۲۶۵۷۰ هکتار به ۱۱۱۹۸۳ هکتار می‌رسد.

با توجه به اطلاعات جدول (۴) مشاهده می‌شود که اگر همزمان با افزایش قیمت حامل‌های انرژی برپایه سناریوی ۲، قیمت محصولات هم به میزان افزایش در هزینه تمام‌شده افزایش یابد، میزان تغییر در سطح زیر کشت گیاهان کمتر و در برخی گیاهان مثبت می‌شود. اعمال سناریوی دوم، منجر به کاهش سطح زیر کشت گندم، پنبه، چغندر، برنج و لوبیا و افزایش سطح

زیرکشت دیگر گیاهان می‌شود. پس از پنبه، بیشترین کاهش در سطح زیر کشت چغندر قند به میزان ۸۵ درصد مشاهده می‌شود. با اعمال سناریوی دوم در حوضه مهارلو، سطح زیرکشت گندم با ۰/۰۷ درصد کاهش، از ۱۲۶۵۷۰ هکتار به ۱۲۶۴۸۳ هکتار می‌رسد. مقدار سود پس از اعمال سناریوی ۲، ۲۱۴۲۴۰۰ ریال است که در قیاس با وضعیت مشاهده شده، ۱۸ درصد افزایش یافته است. لیکن همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌شود، کل سطح زیرکشت تا حدودی بدون تغییر باقی مانده است.

جدول (۴) تغییرات سطح زیر کشت نسبت به سال پایه در سناریوهای اول و دوم

سطح زیرکشت (هکتار)					
تغییرات (درصد)	سناریوی ۲	تغییرات (درصد)	سناریوی ۱	سال پایه	محصول
-۰/۰۶۹	۱۲۶۴۸۳/۴۰۴	-۱۱/۵۲۴	۱۱۱۹۸۳/۹۱۴	۱۲۶۵۷۰/۱۱۱	گندم
۰/۳۲۹	۱۷۴۳۸/۴۳۵	-۱۱/۱۹۴	۱۵۴۳۵/۵۶۷	۱۷۲۸۱/۱۹۴	جو
۰/۹۰۰	۱۰۸۳۴/۱۰۹	-۷/۳۷۹	۹۹۴۵/۲۰۳	۱۰۷۳۷/۵۰۰	ذرت دانه‌ای
-۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۱/۸۲۶	پنبه
-۸۵/۲۰۲	۵/۹۱۹	-۸۸/۲۴۷	۴/۷۰۱	۴۰/۰۰۰	چغندر قند
۰/۷۸۶	۱۲۰۵/۸۰۵	-۷/۰۸۷	۱۱۱۱/۶۱۹	۱۱۹۶/۴۰۳	کلزا
۰/۰۷۵	۱۲۱۵۹/۷۳۹	-۵/۲۰۱	۱۱۵۱۸/۶۹۳	۱۲۱۵۰/۶۰۵	گوجه‌فرنگی
۱/۴۸۰	۳۲۵/۷۴۹	-۵/۸۰۶	۳۰۲/۳۶۴	۳۲۱/۰۰۰	هندوانه
-۱/۱۹۴	۱۷۳۹/۹۹۰	-۵/۳۵۰	۱۶۶۶/۷۹۷	۱۷۶۱/۰۱۳	خیار
۰/۵۲۱	۱۱۵۲/۹۹۶	-۸/۰۷۳	۱۰۵۴/۴۱۸	۱۱۴۷/۰۱۷	سیب‌زمینی
۰/۴۴۳	۹۲۲/۱۷۴	-۷/۲۱۳	۸۵۱/۸۸۳	۹۱۸/۱۰۷	پیاز
۱/۸۹۹	۶۹۰/۴۶۶	-۸/۷۰۶	۶۱۸/۶۰۵	۶۷۷/۵۹۹	نخود
۲/۸۴۶	۱۰۸۱/۴۸۶	-۸/۵۸۵	۹۶۱/۲۸۴	۱۰۵۱/۵۶۲	عدس
-۰/۰۳۳	۳۸۹۲۱/۲۵۵	-۷/۲۴۹	۳۶۱۱۱/۶۷۸	۳۸۹۳۴/۰۲۴	لوبیا
-۰/۳۷۴	۸۶۷۴/۹۰۷	-۵/۲۳۵	۸۲۵۱/۶۲۳	۸۷۰۷/۴۷۳	برنج
-۰/۰۰۰۴	۲۲۱۶۳۵/۴۳۵	-۹/۸۴۴	۱۹۹۸۱۸/۳۴۹	۲۲۱۶۳۵/۴۳۵	کل
۱۷/۹۶	۲۱۴۲۴۰۰/۰۰۰	-۸/۴۴	۱۶۶۳۰۰۰/۰۰۰	۱۸۱۶۲۰۰/۰۰۰	بازده ناخالص (میلیون ریال)

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج به‌دست آمده از بررسی اثر سناریوهای سوم و چهارم بر سطح زیر کشت گیاهان مختلف در حوضه مهارلو-بختگان به شرح جدول (۵) است. اعمال سناریوی سیاستی سوم مبنی بر افزایش قیمت نفت‌گاز از ۱۶۵ ریال به ۳۵۰۰ ریال و افزایش قیمت برق از ۲۲ ریال به ۳۴۰

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی... ۷۷

ریال، کاهش سطح زیرکشت تمامی گیاهان این حوضه را در پی دارد. ارقام این جدول گویای آن است که با اعمال سناریوی ۳، چغندرقد نیز افزون بر پنبه از الگوی کشت حوضه مهارلو حذف شده است. کمترین کاهش مربوط به گیاهان برنج، گوجه‌فرنگی و خیار بوده و پس از پنبه و چغندرقد، گندم بیشترین کاهش را دارد. با اعمال سناریوی سوم در حوضه مهارلو، سطح زیرکشت گندم با کاهشی برابر با ۲۵ درصد، از ۱۲۶۵۷۰ هکتار به ۵۴۱۹۴ هکتار کاهش می‌یابد. سطح زیرکشت کل حوضه آبریز مهارلو-بختگان در این حالت برابر با ۱۷۳ ۱۰۷ هکتار بوده که در قیاس با سال پایه، حدود ۲۲ درصد کاهش یافته است. در این حالت، بازده ناخالص در این حوضه با ۱۹ درصد کاهش به ۱۴۶۹۸۰۰ میلیون ریال می‌رسد.

جدول (۵) تغییرات سطح زیر کشت نسبت به سال پایه در سناریوهای سوم و چهارم

سطح زیرکشت (هکتار)					گیاهان
تغییرات (درصد)	سناریوی ۴	تغییرات (درصد)	سناریوی ۳	سال پایه	
-۰/۰۵۲	۱۲۶۵۰۳/۷۷۴	-۲۵/۳۰۵	۹۴۵۴۱/۵۰۶	۱۲۶۵۷۰/۱۱۱	گندم
-۰/۲۲۲	۱۷۴۱۹/۷۹۷	-۲۳/۹۲۹	۱۳۲۲۲/۱۲۸	۱۷۲۸۱/۱۹۴	جو
۱/۴۱۰	۱۰۸۸۸/۹۰۶	-۱۷/۲۰۱	۸۸۹۰/۵۶۰	۱۰۷۳۷/۵۰۰	ذرت دانه‌ای
-۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۱/۸۲۶	پنبه
-۹۷/۶۸۵	۰/۹۲۶	-۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۴۰/۰۰۰	چغندرقد
۰/۲۴۸	۱۱۹۹/۳۷۲	-۱۷/۲۵۰	۹۹۰/۰۱۹	۱۱۹۶/۴۰۳	کلزا
۰/۱۵۴	۱۲۱۶۹/۳۵۲	-۱۲/۸۳۱	۱۰۵۹۱/۵۴۷	۱۲۱۵۰/۶۰۵	گوجه‌فرنگی
۲/۲۴۲	۳۲۸/۱۹۸	-۱۴/۳۵۷	۲۷۴/۹۱۵	۳۲۱/۰۰۰	هندوانه
-۲/۴۴۸	۱۷۱۷/۹۰۶	-۱۳/۳۶۵	۱۵۲۵/۶۵۸	۱۷۶۱/۰۱۳	خیار
-۰/۳۱۶	۱۱۴۳/۳۹۰	-۱۹/۳۱۵	۹۲۵/۴۶۹	۱۱۴۷/۰۱۷	سیب‌زمینی
-۰/۹۵۳	۹۰۹/۳۶۲	-۱۷/۵۴۲	۷۵۷/۰۵۴	۹۱۸/۱۰۷	پیاز
۳/۷۸۷	۷۰۳/۲۵۸	-۱۹/۷۱۹	۵۴۳/۹۸۵	۶۷۷/۵۹۹	نخود
۶/۱۸۳	۱۱۱۶/۵۷۹	-۱۹/۵۲۴	۸۴۶/۲۵۷	۱۰۵۱/۵۶۲	عدس
-۰/۱۱۵	۳۸۸۸۹/۲۹۷	-۱۶/۹۵۸	۳۲۳۳۱/۶۴۱	۳۸۹۳۴/۰۲۴	لوبیا
-۰/۷۰۲	۸۶۴۶/۳۱۷	-۱۱/۹۵۵	۷۶۶۶/۵۱۸	۸۷۰۷/۴۷۳	برنج
-۰/۰۰۰۴	۲۲۱۶۳۵/۴۳۵	-۲۱/۸۹۵	۱۷۳۱۰۷/۲۵۷	۲۲۱۶۳۵/۴۳۵	کل
۴۶/۷۵	۲۶۶۵۳۰۰/۰۰۰	-۱۹/۰۷	۱۴۶۹۸۰۰/۰۰۰	۱۸۱۶۲۰۰/۰۰۰	بازده ناخالص (میلیون ریال)

منبع: یافته‌های پژوهش

در سناریوی ۴، با حذف یارانه نفت گاز و برق و افزایش در قیمت محصولات به میزان افزایش در هزینه تمام شده محصولات، شاهد افزایش در سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای، کلزا، گوجه‌فرنگی، هندوانه، نخود و عدس هستیم. این در حالی است که سطح زیرکشت دیگر گیاهان زراعی کاهش یافته است. پس از پنبه، بیشترین کاهش مربوط به چغندر قند است. سطح زیرکشت گندم با اعمال سناریوی چهارم، با ۰/۰۵ درصد کاهش، از ۱۲۶۵۷۰ هکتار به ۱۲۶۵۰۴ هکتار می‌رسد. بنابر نتایج جدول (۵)، سطح زیرکشت کل منطقه مورد بررسی در نتیجه اعمال سناریوی چهارم نسبت به حالت پایه بدون تغییر باقی مانده است. کل سود محصولات زراعی در حوضه مهارلو با اعمال سناریوی چهارم ۲۶۶۵۳۰۰ میلیون ریال است که در مقایسه با حالت پایه ۴۷ درصد افزایش یافته است.

جدول (۶) تغییرات سطح زیرکشت نسبت به سال پایه در سناریوهای پنجم و ششم

گیاهان	سطح زیرکشت (هکتار)			
	سال پایه	سناریوی ۵	تغییرات (درصد)	سناریوی ۶
تغییرات (درصد)				
گندم	۱۲۶۵۷۰/۱۱۱	۱۲۱۹۲۷/۷۴۲	-۳/۶۶۸	۱۱۷۹۷۷/۶۷۳
جو	۱۷۲۸۱/۱۹۴	۱۶۰۷۶/۹۷۰	-۷/۵۰۴	۱۶۳۰۳/۲۹۲
ذرت دانه‌ای	۱۰۷۳۷/۵۰۰	۱۰۳۱۲/۳۹۳	-۳/۹۵۹	۱۰۸۶۵/۴۸۷
پنبه	۴۱/۸۲۶	۰/۰۰۰	-۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
چغندر قند	۴۰/۰۰۰	۷/۸۱۹	-۸۰/۴۵۳	۵۴/۳۱۹
کلزا	۱۱۹۶/۴۰۳	۱۰۵۸/۴۷۹	-۱۱/۵۲۸	۱۲۴۹/۷۵۴
گوجه‌فرنگی	۱۲۱۵۰/۶۰۵	۱۲۴۴۷/۶۰۴	۲/۴۴۴	۱۲۵۰۶/۷۶۰
هندوانه	۳۲۱/۰۰۰	۳۰۴/۸۲۳	-۵/۰۳۹	۳۳۱/۶۹۸
خیار	۱۷۶۱/۰۱۳	۱۷۱۷/۷۴۹	-۲/۴۵۷	۱۸۸۳/۳۴۵
سیب‌زمینی	۱۱۴۷/۰۱۷	۱۰۷۹/۳۸۹	-۵/۸۹۶	۱۱۲۱/۸۱۳
پیاز	۹۱۸/۱۰۷	۹۵۴/۹۸۰	۴/۰۱۶	۹۵۵/۸۲۴
نخود	۶۷۷/۵۹۹	۷۱۲/۹۹۷	۵/۲۲۴	۶۷۰/۶۰۰
عدس	۱۰۵۱/۵۶۲	۱۱۰۴/۸۲۶	۵/۰۶۵	۱۰۴۶/۹۲۷
لوبیا	۳۸۹۳۴/۰۲۴	۳۹۱۷۳/۳۳۵	۰/۶۱۵	۳۸۷۴۴/۷۸۷
برنج	۸۷۰۷/۴۷۳	۸۷۰۹/۹۳۵	۰/۰۲۸	۹۱۷۶/۲۱۰
کل	۲۲۱۶۳۵/۴۳۵	۲۱۵۵۸۹/۰۴۲	-۲/۷۲۸	۲۱۲۸۸۷/۴۹۰
بازده ناخالص (میلیون ریال)	۱۸۱۶۲۰۰/۰۰۰	۲۲۸۹۳۰۰/۰۰۰	۲۶/۰۵	۲۳۳۲۴۰۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی... ۷۹

نتایج به‌دست آمده از بررسی اثر سناریوهای پنجم و ششم بر سطح زیرکشت گیاهان مختلف حوضه مهارلو-بختگان به شرح جدول (۶) است. در سناریوی پنجم حذف همزمان یارانه کودهای شیمیایی و حامل‌های انرژی به همراه افزایش در قیمت محصولات به نرخ پیشنهادی مؤسسه پژوهش‌های اقتصاد کشاورزی که در هر محصول متفاوت در نظر گرفته شده، باعث شده تا تغییرات بسیار متفاوت از دیگر سناریوها باشد. سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی، نخود، عدس، لوبیا و برنج افزایش یافته و دیگر گیاهان زراعی با کاهش سطح زیرکشت روبه‌رو هستند. بیشترین افزایش در سطح زیرکشت مربوط به نخود است که ۵ درصد افزایش می‌یابد. از نظر کاهش در سطح زیرکشت، پنبه از الگوی کشت حذف شده و پس از آن چغندر قند بیشترین کاهش برابر با ۸۰ درصد را به خود اختصاص داده است. در این سناریو، سطح زیرکشت گندم به ۱۲۱۹۲۸ هکتار رسیده که در مقایسه با حالت پایه، حدود ۴ درصد کاهش یافته است. بر اساس ارقام جدول (۶)، با حذف همزمان یارانه حامل‌های انرژی و کودهای شیمیایی و افزایش در قیمت محصولات با نرخ پیشنهادی، سطح زیرکشت زراعی در حوضه مهارلو-بختگان با ۳ درصد کاهش نسبت به سال پایه، به ۲۱۵۵۸۹ هکتار کاهش یافته است. سود کل نیز با ۲۶ درصد افزایش به ۲۸۹۸۹۰۰ میلیون ریال می‌رسد.

همچنین جدول (۶) نشان می‌دهد که اعمال سناریوی ششم منجر به افزایش در سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای، چغندر قند، کلزا، گوجه‌فرنگی، هندوانه، خیار، پیاز و برنج شده و سطح زیرکشت دیگر گیاهان زراعی کاهش می‌یابد. همان‌طور که در جدول ارائه شده است، بیشترین افزایش در سطح زیرکشت مربوط به چغندر قند و کمترین افزایش در سطح زیرکشت مربوط به ذرت دانه‌ای است. سطح زیرکشت گندم با اعمال سناریوی ششم، با ۷ درصد کاهش، به ۱۱۷۹۷۷ هکتار می‌رسد. شایان ذکر است کلزا که در سناریوی ششم با ۴/۶۴۲ درصد افزایش سطح زیرکشت روبه‌رو است در سناریوی پنجم به دلیل مصرف بالای کودهای شیمیایی حدود ۱۲ درصد کاهش یافته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در راستای اجرای قانون هدفمندسازی یارانه‌ها که یکی از مهم‌ترین محورهای آن، حذف یارانه حامل‌های انرژی است، این پژوهش برای بررسی اثر حذف یارانه حامل‌های انرژی بر الگوی کشت زیربخش زراعت حوضه آبریز مهارلو-بختگان با تأکید بر بررسی جایگاه گندم صورت گرفت. بر همین اساس در این پژوهش، به توسعه الگویی پرداخته شد که بتواند به بهترین

شکل ممکن وضعیت کنونی منطقه مورد بررسی را به تصویر بکشد. بدین منظور با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به همراه رهیافت حداکثر آنتروپی الگوی مورد نظر برآورد شد. در این الگو، با استفاده از شکل تابعی درجه دوم برای تابع هزینه، به بیشینه‌سازی تابع هدف نسبت به محدودیت‌های مختلف تولید پرداخته شد و پس از کالیبره شدن مدل، در شش سناریو سیاست‌های مورد نظر شبیه‌سازی شدند.

با تعریف سناریوهای اول و سوم مبنی بر افزایش هزینه‌های انرژی بر مبنای قانون هدفمندی یارانه‌ها و ثابت در نظر گرفتن دیگر شرایط، تلاش شد حالت حدی تغییرات نشان داده شود. در این سناریوها سطح زیرکشت تمامی گیاهان زراعی کاهش یافته است. لیکن میزان کاهش در سطح زیرکشت گیاهان زراعی با نیاز آنها به مصرف حامل‌های انرژی که در هزینه تأمین آب و ماشین‌ها و ادوات منعکس می‌شود، متناسب بوده است. گیاهانی چون پنبه و چغندر قند با بیشترین کاهش و گیاهانی چون خیار و گوجه‌فرنگی و برنج کمترین کاهش را داشته‌اند. سناریوهای دوم و چهارم، به دلیل فرض افزایش قیمت محصولات به میزان افزایش در هزینه حامل‌های انرژی به کار رفته در استفاده از ماشین‌ها و ادوات و استحصال آب‌های زیرزمینی، به واقعیت نزدیک‌تر هستند. نتایج الگوی PMP پس از اعمال این دو سناریو نشان می‌دهد که سطح زیرکشت کل بدون تغییر باقی می‌ماند. این در حالی است که افزایش در قیمت محصولات، افزایش در هزینه آنها را جبران کرده و در پاسخ به این تغییرات، کشاورز بر اساس هدف خود که همانا بیشینه‌سازی سود است، به تغییر الگوی کشت خود می‌پردازد. در این حالت، با توجه به ثابت ماندن سطح زیرکشت کل، میزان مصرف آب نیز بدون تغییر مانده است و به‌رغم افزایش هزینه تأمین آب، به دلیل افزایش قیمت محصولات، الگوی کشت به سمت محصولات با سودآوری بالاتر تغییر کرده است. لذا، این گونه نتیجه‌گیری می‌شود که سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی در صورتی که همراه با افزایش قیمت محصولات، متناسب با افزایش هزینه‌های تمام‌شده اجرا شود، می‌تواند منجر به افزایش درآمد و سود تولیدکنندگان شود. لیکن اگر هدف دولت کنترل برداشت از منابع آبی باشد، این هدف محقق نمی‌شود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذار در جهت دستیابی به هدف‌های مورد نظر از اجرای سیاست افزایش قیمت حامل‌های انرژی، به چگونگی قیمت‌گذاری محصولات توجه ویژه داشته باشد.

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی... ۸۱

به بیان دیگر، از آنجا که کشاورزان با هدف بیشینه‌سازی سود الگوی کشت را تعیین می‌کنند، پیشنهاد می‌شود سیاستگذار در امر قیمت‌گذاری این موضوع را مد نظر قرار دهد تا به منظور حفظ منابع آب، الگوی کشت به سمت گیاهان با نیاز آبی کمتر هدایت شود. همچنین با توجه به اینکه جلوگیری از کاهش سطح زیرکشت گیاهان زراعی بر اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی، مستلزم افزایش قیمت‌هاست، ادامه این روند در طول زمان باعث کاهش مزیت رقابتی خواهد شد. پیشنهاد می‌شود سیاست‌های لازم برای بهبود بهره‌وری تولید در راستای سیاست توسعه پایدار و حفظ منابع پایه و محیط زیست اتخاذ شود تا بخش کشاورزی سالم، پویا و رقابت‌پذیر باشد.

در سناریوی پنجم، حذف همزمان یارانه کودهای شیمیایی و حامل‌های انرژی به همراه افزایش در قیمت محصولات به نرخ پیشنهادی مؤسسه پژوهش‌های اقتصاد کشاورزی که در هر محصول متفاوت در نظر گرفته شده، باعث شده تا تغییرات بسیار متفاوت از دیگر سناریوها باشد و با توجه به میزان مصرف بالای کودهای شیمیایی در تولید محصولات زراعی، در بیشتر موارد، اثر حذف یارانه‌های کود شیمیایی اثر غالب خواهد بود. به طوری که در مواردی که در حذف یارانه انرژی سطح زیرکشت گیاهی با مصرف بالای کود افزایش می‌یابد، در این سناریو به شدت با کاهش سطح زیرکشت روبه‌رو می‌شود. هر چند در کنار این عامل، قیمت هم اثرگذاری خود را اعمال می‌کند.

مقایسه سناریوی ششم با سوم گویای تأثیر مثبت افزایش بازده بر تغییرات الگوی کشت در اثر حذف یارانه حامل‌های انرژی است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در این سناریو، بر خلاف دیگر سناریوها سطح زیرکشت چغندر قند افزایش می‌یابد. با توجه به بازده پایین آبیاری در سیستم‌های آبیاری سنتی و افزایش هزینه‌های آبیاری بر اثر حذف یارانه حامل‌های انرژی، پیشنهاد می‌شود سیاست‌های اعتباری مناسب برای تأمین مالی بخش کشاورزی به‌منظور رویارویی با هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری در تجهیزات و سیستم‌های آبیاری نوین تدوین شود.

سرانجام، شایان توجه است که بر اساس نتایج الگو و به رغم غالب بودن گندم در الگوی کشت حوضه آبریز مهارلو-بختگان، در تمامی سناریوها با کاهش سطح زیرکشت روبه‌رو است و با اعمال تغییرات، با محصولات سودآورتر جایگزین می‌شود. لذا، اگر سیاست‌گذار در پی دستیابی به خودکفایی در کشت گیاهان راهبردی باشد، ضرورت دارد که همراه با اجرای سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی، به اعمال سیاست‌های حمایتی جانبی بپردازد.

منابع

- آرمن، س.ع و زارع، ر. (۱۳۸۸). مصرف انرژی در بخش‌های مختلف و ارتباط آن با رشد اقتصادی در ایران: تحلیل علّیت بر اساس روش تودا و یاماموتو. *فصلنامه‌ی مطالعات اقتصادی انرژی*، ۶(۲۱): ۶۷-۹۲.
- بخشی، ع. دانشور کاخکی، م. و مقدسی، ر. (۱۳۹۰) کاربرد مدل برنامه‌ریزی مثبت به منظور تحلیل اثرات سیاست‌های جایگزین قیمت‌گذاری آب در مشهد. *نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۵ (۳): ۲۹۴-۲۸۴.
- بخشی، م.، پیکانی، غ.ر.، حسینی، س.ص. و صالح، ا. (۱۳۸۸) بررسی آثار حذف یارانه کودهای شیمیایی و اعمال سیاست پرداخت مستقیم بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها (مطالعه موردی: زیربخش زراعت شهرستان سبزوار). *مجله اقتصاد کشاورزی*، ۴ (۲): ۲۰۷-۱۸۵.
- پرمه، ز. (۱۳۸۴) بررسی یارانه انرژی و آثار افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر سطوح قیمت‌ها در ایران. *پژوهشنامه بازرگانی*، (۳۴): ۱۴۷-۱۱۷.
- جولایی، ر. و زارع مهرجردی، م. (۱۳۸۰) بررسی تعرفه برق کشاورزی. مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.
- خالدی، ک. (۱۳۸۶) تحلیل نتایج اجرایی سیاست‌های آزادسازی قیمت‌های کالاهای کشاورزی و هدفمند کردن یارانه‌ها مؤسسه پژوهش‌ها و اقتصاد کشاورزی.
- خیابانی، ن. (۱۳۸۷) یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی افزایش قیمت تمامی حامل‌های انرژی در اقتصاد ایران. *فصلنامه مطالعات انرژی اقتصاد ایران*، ۵ (۱۶): ۳۴-۱.
- سازمان جهاد کشاورزی فارس. ۱۳۸۷. آمار و اطلاعات GIS.
- سلیمانی، ا. (۱۳۸۷) درباره لایحه هدفمند کردن یارانه‌ها: بررسی آثار هدفمندسازی یارانه‌های انرژی در بخش کشاورزی. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی دفتر مطالعات زیربنایی.
- سلامی، ح و سرایی‌شاد، ز. (۱۳۸۹) برآورد میزان افزایش قیمت گندم تولیدی در اثر حذف یارانه سوخت. *مجله‌ی تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۲ (۲): ۷۲-۶۱.
- شادان، ع. بررسی تأثیر افزایش قیمت گازوئیل بر بخش کشاورزی. مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.
- طاهری، ف. موسوی، س.م. و رضایی، م. (۱۳۸۹) اثر حذف یارانه انرژی بر هزینه‌های تولید کلزا در شهرستان مرودشت. *مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۲ (۳): ۹۰-۷۷.
- عباسی‌نژاد، ح. (۱۳۸۵) تحلیل اثر افزایش قیمت فراورده‌های نفتی بر بخش‌های اقتصادی با استفاده از جدول داده-ستانده. *پژوهشنامه بازرگانی*، (۳۸): ۲۸-۱.

اثر سیاست حذف یارانه حامل‌های انرژی... ۸۳

کاظم‌نژاد، م. و گیلانپور، م. (۱۳۸۰) گزارش مقدماتی در مورد هزینه سوخت برای تولید در خصوص لایحه اصلاحیه ماده ۱۱۹ قانون برنامه سوم اقتصادی و اجتماعی کشور. مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی و اقتصاد کشاورزی.

متن قانون هدفمند کردن یارانه‌ها. (۱۳۸۹).

محسنی، ا. و زیبایی، م. (۱۳۸۷) تحلیل پیامدهای افزایش سطح زیرکشت کلزا در دشت نمدان استان فارس: کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی مثبت. *مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۳(۴۷): ۷۷۳-۷۸۴.

منظور، د.، شاهمرادی، ا. و حقیقی، ا. (۱۳۸۹) *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۷(۲۶): ۵۴-۲۱. مهرگان، ن.، محمدی، س. و حقانی، م. (۱۳۸۸) تجزیه و تحلیل تغییرات مصرف برق در بخش کشاورزی. *ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران*.

- Ahouissoussi N B C, McIntosh C S, Wetzstein M E, (1995) Rational Expectations Estimation of Georgia Soybesn Acreage Response.
- Arfini F. and Paris Q. (1995) A positive mathematical programming model for regional analysis of agricultural policies. In: Sotte, F. (Ed.), *The Regional Dimension in Agricultural Economics a Policies, EAAE, Proceedings of the 40th Seminar, Ancona, Italy*: 17-35.
- Arfini, F, Donati, M. and Menozzi, D. (2005) Analysis of the Socio-Economic Impact of the Tobacco CMO Rform on Italian Tobacco Sector. Paper presented at the XIth congress of the EAAE (European Association of Agricultural Economists), *The future of Roral Europe in the Global Agri-food System, Copenhagen, Denamrk*.
- Arfini, F., Donati, M. and Paris , Q. (2003) A National PMP Model for Policy Evaluation in Agriculture Using Micro Data and Administrative Information. *Paper Presented at the international conference Agricultural Policy Reform and The WTO: Where are we headin?, Capri, Italy*.
- Badiani, R and Katrina K.Jessoe.(2011) Electricity subsidies for agriculture: Evaluating the impact and persistence of these subsidies in India. *Agricultural and Resource Economics, UC Davis*.
- Moss. Ch., Livanis, G. and Schmitz, A. (2010) The Effect of Increased Energy Prices on Agriculture: A Differential Supply Approach. *Journal of Agricultural and Applied Economics*: 42,4.
- Cortignani R. and Severini S. (2009) Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. *Agricultural Water Management*. 96: 1785-1791.
- Golan A., Judge G. and Perloff M (1996) Maximum Entropy Economics: Robusta Estimation with Limited Data. *Jon Wiley & Sons.Newyork*.

- Golden, B., Kastens, T. and Dhuyvetter, K. (2006) likely Impacts of Rising Energy Price on Irrigated Agriculture in Western Kansas, *Kansas Water Office Report Topeka, Kansas*.
- Heckelei T. (2002) Calibration and Estimation of Programming Models for Agricultural Supply Analysis. Ph.D. *Thesis, University of Bonn, Germany*.
- Hosseini, S. S. and Spriggs, J. (1988) Iranian Wheat Policy: Implications for Trade, *World Trade Organization* (Edited by: T. Yildirim, A. Schmitz, and W.H. Furtan) Westview Press.
- Howitt, R. (2006) Agricultural and Environmental Policy Models: Calibration, Estimation and Optimization.
- Howitt, R. (1995) Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics*.77:329-342.
- Howitt, R. (2005) Agricultural and Environmental Policy Models: Calibration, Estimation, and Optimization. Dept. Of Agricultural and Resource Economics, *University of California, Davis, USA*.
- Medellin-Azuara J., Howitt R.E. Waller-Barrera C. Mendoza-Espinosa L.G. Lund J.R. and Taylor J.E (2009) A Calibrated Agricultural Water Demand Model for three Regions in Northern Baja California. *Agrociencia*. 43(2): 83-96.
- Paris Q. and Howitt R.E. (1998) An analysis of ill-posed production problems using Maximum Entropy. *American Journal of Agricultural Economics*.80(1): 124-138.
- Paris Q. (2001) Symmetric Positive Equilibrium Problem: A Framework for Rationalizing Economic Behavior with Limited Information. *American Journal of Agricultural Economics*. 83(4): 1049-1061.
- Raulston, J.M., Knapek, G.M., Outlaw, J.L., Richardson, J.W., Klose, S.L. and Anderson, D.P. (2005) The Impact of Rising Energy Prices on Income for Representative Farms in the Western United States, *Western Economics Forum*, 4: 7-13.
- Roham, O., Dabbert, S.(2003) Integrating Agri-Environmental Programs into Regional production Models: an Extension of Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics*. 85(1):254-265.