اقتصادکشاورزی و توسعه، سال بیست و دوم، شماره ۸۷، پاییز ۱۳۹۳

اثر تنش محیطی و افزایش قیمت نهاده‌های کشاورزی بر الگوی کشت دشت خمین

غلامرضا زمانیان[۱]، مهدی جعفری[۲]، علی کلایی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۱۴

چکیده

افزایش جمعیت، در کنار بحران کمبود و حفظ منابع طبیعی، دولت‌ها را وادار به اتخاذ سیاست‌هایی در جهت استفاده بهینه از منابع طبیعی و حفظ آن در مقابل آثار مخرب مواد شیمیایی کرده است. هدف این پژوهش بررسی آثار مختلف کاهش میزان آب مصرفی و افزایش قیمت دو نهاده کود و آب، بر الگوی کشت با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی اثباتی مبتنی بر رهیافت بیشترین بی‌نظمی است. اطلاعات مورد نیاز از طریق جمع‌آوری ۲۵۰ پرسش‌نامه از کشاورزان دشت خمین در فصل زراعی ۱۳۹۰-۹۱ به دست آمده است. نتایج نشان داد که الگوی PMP برآورد شده به خوبی مقادیر سال پایه را باز تولید می‌کند. اعمال

۱. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه سیستان و بلوچستان e-mail:zamanian@eco.usb.ac.ir

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه سیستان و بلوچستان (نویسنده مسئول)
e-mail: m.jafari365@gmail.com

۳. عضو هیئت علمی موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی
e-mail: akalaei@yahoo.com

سیاست افزایش هزینه‌های دو نهاده آب و کود، کاهش تنوع الگوی کشت را به همراه داشته است. بدین ترتیب که مقدار شاخص تنوع الگوی کشت (EI) برای مزارع کمتر از ۵ هکتار به ترتیب برابر با ۰/۴۹و ۰/۶ و برای مزارع بیشتر از ۵ هکتار ۰/۷ و ۰/۷۷۵۱ به دست آمد. با توجه به نتایج، اعمال هم‌زمان سیاست کاهش موجودی آب و افزایش قیمت آن به‌همراه در نظر گرفتن یک سیاست حمایتی از سوی دولت برای جبران هزینه‌های تحمیل شده بر کشاورزان، سیاستی مطلوب در جهت مدیریت مصرف آب وکود پیشنهاد می‌شود.

طبقه بندی JEL: Q15 ، C6

کلیدواژه‌ها: الگوی کشت، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، بیشترین بی‌نظمی، دشت خمین

مقدمه

در اقتصاد مبتنی بر کشاورزی لزوم طرح‌ریزی همه‌جانبه به منظور استفاده از منابع تولید کشاورزی برای دست یافتن به بیشترین بازدهی اقتصادی امری ضروری است. طی دو دهۀ گذشته، به دلیل مجموع تغییر و تحولات در جمعیت، اقلیم و افزایش رفاه نسبی، میزان سرانۀ تجدیدپذیر منابع طبیعی به خصوص آب کاهش و همچنین بحران این منابع افزایش یافته است. درکنارمحدودیت‌ها وگاه کمیابی نهاده‌های کشاورزی، مسئلۀ دیگری که می‌تواند در بهره‌برداری بهینه تاثیرگذار باشد، بحث اثرگذاری تنش‌های محیطی است.گیاهان در دوره رشدونمو خود در معرض انواع تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند که معمولاً این تنش‌های محیطی را به دو دسته تقسیم کرده‌اند: ۱. تنش‌های بیولوژیکی[1](حمله آفات و امراض) و ۲. تنش‌های فیزیکی و شیمیایی[2] شامل کمبود آب، شوری و دما (جعفری، ۱۳۹۲).

توجه به این نکته نیز حائز اهمیت است که در حدود یک سوم اراضی جهان با کمبود

1. Biotic stress
2. Physiochemical stress

بارندگی مواجهند و نیمی از این اراضی دارای بارندگی سالیانه کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر است که یک چهارم تبخیر و تعرق بالقوه این مناطق را در بر می‌گیرد. در پاسخ به مسائل مطرح شده، یکی از راهکارهای مقابله با کمیابی و کمبود نهاده‌ها، ارائه الگوی کشت، با توجه به محدودیت‌های خاص هر منطقه، در جهت تخصیص بهینه منابع است. موضوع مهمی که در کنار ارائهٔ الگوی کشت از سوی متخصصان کشاورزی به بهره‌برداران رخ می‌دهد، عوامل مؤثر بر ترکیب کشت محصولات در منطقه به جزء محدودیت‌های در نظر گرفته شده است. این مسئله در کشور بعد از هدفمند کردن یارانه‌ها و سوق دادن قیمت نهاده‌ها به سمت قیمت واقعی‌شان بسیار با اهمیت بوده است. نکته مهم در این مسئله، چگونگی واکنش بهره‌برداران در مقابل این تغییر قیمت‌هاست. تنها در صورتی سیاست‌گذاران و متخصصین کشاورزی می‌توانند قیمتی متناسب با اهداف مذکور برای نهاده‌ها تعیین کنند که بتوانند برآورد نسبتاً دقیقی از رفتار کشاورزان در قبال این تغییرات داشته باشند. اتخاذ سیاست‌هایی در این راستا و بررسی مجموعه تأثیرات مثبت و منفی این سیاست‌ها با توجه به میزان دستیابی به اهداف مورد نظر می‌تواند به عنوان یک سیاست اجرایی پذیرفته و یا رد گردد(جعفری، ۱۳۹۲).

از جمله مطالعاتی که در داخل و خارج از کشور در زمینه موضوع مطالعه صورت گرفته است می‌توان به مطالعهٔ بخشی و پیکانی (۱۳۸۸) اشاره کرد که با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت[1]، به تحلیل آثار زیست‌محیطی حذف یارانه‌ها در بخش زراعت استان خراسان پرداخت. نتایج این تحقیق نشان داد که حذف یارانه کود باعث کاهش شاخص‌های پایداری و توازن سطحی و نیز افزایش شاخص‌های کارایی ازت و فسفر خواهد شد. همچنین موسوی و قرقانی (۱۳۹۰) در مطالعهٔ خود با استفاده از این روش به ارزیابی سیاست‌های آب کشاورزی از منابع آب زیرزمینی بر زارعان دشت کشاورزی بکان شهرستان اقلید پرداختند. نتایج نشان داد که اتخاذ سیاست کاهش ۱۰ درصدی در موجودی آب و ۲ برابر نمودن قیمت آب الگوی کشت بهینه را نسبت به حالت مبنا تغییر چندانی نمی‌دهد.نتایج مطالعه هی و همکاران (۲۰۰۶) در کشور مصر و مراکش در جهت بررسی اثرات روش‌های قیمت‌گذاری

1. Positive Mathematical Programming (PMP)

آب (مالیات بر نهاده مکمل و مالیات بر ستانده) بر بهبود تخصیص آب آبیاری، که با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت صورت گرفت، نشان داد سیاست موثر به طور چشم‌گیری به عوامل اجتماعی، اقتصادی و محیطی مناطق مورد مطالعه بستگی دارد. کورتیگنانی و سورینی (۲۰۰۹) با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی، به بررسی اثر سیاست‌های افزایش هزینه‌های آب، کاهش مقدار آب و تغییر قیمت محصول بر پذیرش تکنیک‌های کم‌آبیاری در ناحیه‌ای از مدیترانه پرداختند. بر اساس نتایج این تحقیق، افزایش هزینه‌های آب برخلاف دو سیاست دیگر در این زمینه تأثیر چندانی ندارد.

در ایران با توجه به وجود اراضی وسیع و مستعد برای کشاورزی، مطمئناً برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های دقیق می‌تواند مصرف منابع را در این مناطق بسیار هدفمند و بهینه نماید. گفتنی است بیش از ۶۰ درصد مناطق ایران، از جمله استان مرکزی و به ویژه شهرستان خمین دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است. شهرستان خمین به صورت یک دشت هموار و مستعد برای کشاورزی، با توجه به میانگین بارندگی سالانه ۲۴۰ میلی متر و همچنین افزایش روبه رشد جمعیت و توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی، با تقاضا و کمبود روزافزون آب مواجه است. با توجه به ارتباط بسیار زیاد بین ذخایر منابع آبی و میزان بارندگی‌ها، بررسی‌ها نشان می‌دهد علی‌رغم وقوع خشکسالی‌هایی با درجه متوسط تا شدید طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۷، برداشت سالانه از منابع آب منطقه خمین به طور متوسط ۱۳/۱ میلیون مترمکعب افزایش داشته است (مسیبی و ملکی، ۱۳۹۱) که این امر باعث شده از مجموع ۱۴۳۹ منبع آبی موجود شهرستان، ۱۶۴حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق، ۱۷۲ رشته قنات، ۵۷ دهنه چشمه، ۳۸ رشته رودآب و۱۳سد خاکی کاملاً خشک وفاقد آبدهی شوند. همچنین۳۴۹ حلقه چاه عمیق و نیمه عمیق، ۷۹ رشته قنات، ۲۱ دهنه چشمه، ۵ رشته رودآب و ۵ سد خاکی نیز دارای آبدهی ۱ تا ۱۰ لیتر در ثانیه هستند که احتمال خشک شدن آن‌ها طی دوره‌های آتی بسیار محتمل است(سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی،۱۳۹۱). با وضعیت موجود امکان کاهش چشمگیر کشت بهاره در این شهرستان وجود دارد ضمن اینکه پیش بینی می شود کشت پاییزه نیز با توجه به کاهش ۳۵درصدی نزولات آسمانی در وضعیت عملکرد و تولید مناسبی قرار نداشته باشد. با توجه به مطالب گفته

شده و موقعیتی که دشت خمین به واسطه تولید محصولات استراتژیکی کشاورزی (گندم، جو، سیب زمینی، پیاز) داراست، در این مطالعه با هدف مدیریت بهینه منابع به خصوص آب به بررسی اثرگذاری سیاست‌های مدیریتی در این منطقه، که می‌تواند بر استفاده هر چه بهتر از منابع تأثیرگذار باشد، پرداخته و سعی شده است که از الگوهای سیاستی مناسب منتج شده در پیشبرد اهداف پیش‌رو استفاده شود.

روش تحقیق

طی دهه‌های اخیر، الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی کاربرد زیادی در زمینه تجزیه و تحلیل سیاست‌ها در بخش کشاورزی و شبیه‌سازی آثار این سیاست‌ها بر قسمت‌های مختلف نظام کشاورزی از جمله تغییرات احتمالی در مقدار مصرف نهاده‌ها، الگوی کشت و رفاه زارعین داشته‌اند. الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی به سه دسته الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی هنجاری[1] (NMP) یا الگوهای بهینه‌سازی، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی اقتصادسنجی[2] (EMP) تقسیم می‌شوند (بایسی، ۲۰۰۶). مدل‌های NMP بیش از ۵۰ سال است که در اقتصاد کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. در این نوع مدل‌ها یک جواب بهینه از میان جواب‌های ممکن با استفاده از قوانین تصمیم‌گیری از قبل تعریف شده انتخاب می‌شود (هزل، ۱۹۸۶). در الگوهای NMP، ضرایب تابع هدف و محدودیت‌ها بر اساس داده‌های مشاهده شده کالیبره نشده است. به همین علت، یک الگوی NMP نمی‌تواند تضمین کند که داده‌های مشاهده شده یا سال پایه باز تولید شود. بنابراین به منظور غلبه بر این مشکلات تلاش‌هایی جهت ترکیب روش‌های اقتصاد سنجی و برنامه‌ریزی به روش مناسب صورت پذیرفته است که دستاورد آن ارائه الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (اثباتی) به همراه روش حداکثرآنتروپی است که در طی سال‌های اخیر مورد توجه محققین قرار گرفته و کاربردهای گسترده‌ای در بررسی اثرات زیست محیطی سیاست‌ها داشته است.

1. Normative Mathematical Programming (NMP)
2. Econometrics Mathematical Programming (EMP)

برنامه‌ریزی ریاضی مثبت یک روش تحلیل تجربی است که از تمام اطلاعات موجود، فارغ 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 و تحلیل اقتصادی زیست محیطی مفید می‌باشد (آرفینی و همکاران، ۲۰۰۵؛ آرفینی و پاریس، ۲۰۰۷). همان‌گونه که هاویت (۱۹۹۵) و پاریس و هاویت (۱۹۹۸) بیان می‌دارند، PMP به عنوان یک روش در طی سه مرحله دنبال می‌شود:

۱. تصریح مدل برنامه‌ریزی خطی با در نظر گرفتن محدودیت‌های کالیبراسیون

۲. کاربرد مقادیر دوگان مدل مرحله اول جهت تعیین پارامترهای تابع هدف غیرخطی

۳. کاربرد تابع هدف کالیبره شده در قالب یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی به منظور تحلیل سیاست‌ها

به شیوه فرمولی مرحله اول PMP را با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی خطی ساده، که برای حداکثر کردن سود طراحی شده است، می‌توان به صورت زیر نشان داد(هاویت،۱۹۹۵؛ پاریس و هاویت، ۱۹۹۸):

$$\begin{aligned} & sub.to: Ax \le B[\pi] \\ & x \le \left(x^0 + \varepsilon\right)[\lambda] \\ & x \ge 0 \end{aligned} \qquad (۱)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

که در آن، متغیرها عبارت‌اند از:

Z: مقدار هدف که بایستی حداکثر شود، R: بردار درآمد (حاصل ضرب قیمت در عملکرد) محصولات، X و c: بردار سطح تولید و بردار هزینه‌های متغیر هر واحد هر یک از محصولات، A: ماتریس ضرایب فنی، B و π: به ترتیب بردار منابع موجود و متغیرهای دوگان (قیمت‌های سایه‌ای) این منابع، X^0: سطح فعالیت مشاهده شده در سال پایه، ε و λ: به ترتیب برداری از

اعداد کوچک مثبت و متغیر دوگان محدودیت کالیبراسیون.

در این الگو، به معرفی دو نوع محدودیت پرداخته می‌شود. محدودیت اول، محدودیت منابع (که با توجه به منطقه مورد بررسی، آب، زمین و نیروی کار تعیین شد) و محدودیت دوم، محدودیت کالیبراسیون نام دارد. اضافه کردن محدودیت کالیبراسیون باعث می‌گردد که جواب بهینه برنامه‌ریزی خطی دقیقاً سطح فعالیت‌های مشاهده شده در سال پایه را باز تولید نماید (هاویت،۱۹۹۵). در گام دوم، اطلاعات دوگان به دست آمده در مرحله قبل برای کالیبره کردن یک تابع هدف غیرخطی استفاده می‌شود. در روش PMP با توجه به نبود دلایل کافی برای استفاده از شکل‌های تبعی- دیگر همان طور که هاویت (۲۰۰۵) و هکلی (۲۰۰۲) بر مناسب بودن شکل تبعی تابع هزینه درجه دوم برای توضیح روابط بین متغیرها تأکید کرده‌اند - در این پژوهش نیز از یک تابع هزینه متغیر چند محصولی دارای شکل تابعی درجه دوم به صورت زیر بهره برده شده است:

$$C^{v}(x) = d'x + x'Qx/2 \qquad (۲)$$

که در آن، d بردار $(n\times 1)$ از پارامترهای جزء خطی تابع هزینه، Q ماتریس مثبت، نیمه معین و متقارن با ابعاد $n\times n$ از پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه است. بردار هزینه نهایی (MC^{V}) مربوط به تابع هزینه فوق برابر با مجموع بردار هزینه c و بردار هزینه نهایی تفاضلی ρ می‌باشد (هاویت،۱۹۹۵):

$$MC^{v}= \nabla C^{V}(\acute{x})_{x0}=d+Qx_{0}=c+\rho \qquad (۳)$$

که در آن، $\nabla C^{V}(x)$ بردار گرادیان $(1\times n)$ از مشتقات مرتبه اول $C^{V}(x)$ برای $x=x_0$ می‌باشد.

جهت حل این سیستمِ n معادلاتی با [n+n(n+1)/2] پارامتر و به منظور فایق آمدن بر کمتر از حد معین بدون سیستم، سازندگان الگوهای PMP عموماً از دو روش استاندارد و روش Rohm and Dabbert (R&D) استفاده می‌کنند. یکی از معایب روش‌های مورد اشاره این است که در تمام آن‌ها مقادیر عناصر غیر قطری ماتریس Q مربوط به تابع هزینه برابر صفر فرض شده و به عبارت بهتر از اثرات متقاطع بین محصولات صرف نظر شده است. از دیدگاه

اقتصادی، این فرض نیاز دارد که هیچ نوع اثرات هزینه‌ای جانشینی یا متممی بین محصولات مزرعه یا منطقه مورد بررسی وجود نداشته باشد (بخشی و پیکانی، ۱۳۸۸)؛ اما واضح است که وجود تناوب زراعی بین محصولات بدین معنی است که کشاورزان از وابستگی متقابل محصولات آگاه بوده و از آن به منظور تثبیت یا افزایش سود در مدیریت مزرعه استفاده می‌کنند. لذا فرض مذکور غیر واقعی می‌باشد و لازم است که عناصر غیر قطری ماتریس Q نیز برآورد گردد. بدین منظور پاریس و هاویت (۱۹۹۸) استفاده از روش تخمین حداکثرآنتروپی را پیشنهاد می‌کنند که اجازه تصریح پارامترهای تابع هزینه غیرخطی را بر اساس یک نوع «معیار اقتصاد سنجی» فراهم می‌کند.

به منظور طرح ریزی مسئله بازیافت ماتریس Q در چارچوب ME با استفاده از فاکتورگیری چولسکی، هر پارامتر ماتریس‌های L و D به عنوان مقدار مورد انتظار یک توزیع احتمالی مربوط به آن‌ها که بر روی یک مجموعه از مقادیر پشتیبان معلوم استوار است، تعریف می‌گردد. بنابراین، فرض شده است که برای هر پارامتر (j و j'):

$$L_{jj'} = \sum_k Z_L(j,j',k)P_L(j,j',k) \quad j,j' = 1,\dots,J \qquad (۴)$$

$$D_{jj} = \sum_k Z_D(j,j,k)P_D(j,j,k) \quad k = 1,\dots,K \qquad (۵)$$

که در آن، Z_L و Z_D به ترتیب ماتریس‌های معلوم پشتیبان برای توزیع‌های احتمال ماتریس‌های L، D و P_L و P_D ماتریس‌های احتمال مربوطه هستند (پاریس و هاویت، ۱۹۹۸). قاعده اولیه مسئله بازیافت ME عبارت از یافتن ماتریس‌های P_L و P_D با عناصر $P_L(j,j',k) \gg 0$ و $P_D(j,j',k) \gg 0$، که به صورت زیر می‌باشد:

$$MaxH(PL,PD) = -\sum_{j,j',k} P_L(j,j',k)\log[P_L(j,j',k] - \sum_{j,j',k} P_D(j,j',k)\log[P_D(j,j',k)]$$

Sub to: (۶)

$$mc = Q\,x_R = L_D L' x_R = (Z_L P_D)(Z_D P_D)(Z_L P_L)' x_R$$

$$\sum_k P_L(j,j',k) = 1 \qquad j,j' = 1,\dots,J$$

$$\sum_k P_D(j,j',k) = 1 \qquad j,j' = 1,\dots,J$$

که دو محدودیت آخر شرایط «adding up» مربوط به احتمالات هستند. تابع $H(0)$ نسبت به P_L و P_D اکیداً مقعر است. لذا شرایط کانتاکر مربوط به این مسئله برای یک جواب درونی، شرایط لازم و کافی هستند. با توجه به اینکه ماتریس Q دارای $J\times J$ پارامتر بوده و هر پارامتر با استفاده از K مقدار حمایتی مشخص می‌شود، ماتریس‌های Z_L و Z_D به صورت زیر تعیین می‌شوند (پاریس وهاویت، ۱۹۹۸):

$$j=j' \quad Z_D(j,j',k) = \left[\frac{mc(j)}{x_R(j)}\right] W_D(k) \qquad k=1,\ldots,K \qquad (۱۲)$$

$$Z_D(j,j',k)=0 \qquad j \neq j' \qquad (۱۳)$$

$$j>j' \quad Z_L(j,j',k)= \left[\frac{mc(j)}{x_R(j)}\right] W_L(k) \qquad k=1,\ldots,K \qquad (۱۴)$$

$$j=j' \qquad Z_L(j,j',k)=1 \qquad (۱۵)$$

$$Z_L(j,j',k)=0 \qquad j<j' \qquad (۱۶)$$

که W_D و W_L بردارهای $(k\times 1)$ از وزن‌های مناسب مربوطه هستند. بدین ترتیب می‌توان تضمین کرد که شرایط مرتبه دوم برای تابع درجه دوم به دست آمده است.

در مرحلهٔ سوم PMP، با استفاده از تابع هزینه غیرخطی کالیبره شده و محدودیت‌های منابع، یک مدل برنامه‌ریزی غیر خطی به صورت زیر ساخته می‌شود.

$$MaxZ = p'x - d'x - x'Qx/2 \qquad (۱۷)$$
$$subto: Ax \leq b$$
$$x \geq 0$$

ضرایب و متغیرهای این مدل همان ضرایب و متغیرهایی می‌باشند که قبلاً توضیح داده شدند. همان‌طور که دیده می‌شود، در این مدل دیگر احتیاجی به محدودیت کالیبراسیون نیست و فقط با استفاده از تابع هدف کالیبره شده و محدودیت‌های منابع، جواب آن در شرایط سال پایه، دقیقاً سطوح فعالیت سال پایه خواهد بود و می‌توان با تغییر شرایط و تعریف سناریوهای مختلف با استفاده از مدل به تحلیل سیاست پرداخت. در این پژوهش پس از اجرای سناریوهای سیاستی، به بررسی میزان تنوع الگوی کشت به وجود آمده پرداخته شده است. به طور کلی

برای محاسبهٔ تنوع طرح‌های زراعی بهینه تعیین شده، صرف نظر از تعاریف مختلفی که برای تنوع کشت ارائه می‌شود، می‌توان با توجه به دومعیار سطح زیر کشت و درآمد ناخالص، میزان آن را محاسبه کرد. شاخص‌های متعددی برای اندازه گیری تنوع یک طرح زراعی وجود دارد. از جمله می‌توان به شاخص تنوع سیمپسون[1]، شاخص تنوع شانون‌ویور[2]، شاخص تنوع هرفیندال[3]، شاخص تنوع آنتروپی[4] و شاخص تمرکز اصلاح شده[5] اشاره کرد (کرباسی و همکاران، ۱۳۸۹). به طور کلی، برای به دست آوردن تنوع در سطح بزرگ، از شاخص تنوع آنتروپی استفاده می‌شود. محاسبهٔ این شاخص طبق معادله زیر انجام شده است (چانگ و میشرا، ۲۰۰۸):

$$EI = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{X_i}{\sum_{i=1}^{i=n} X_i} \log\left(\frac{X_i}{\sum_{i=1}^{i=n} X_i}\right)^{-1} \qquad (۱۸)$$

که در آن X_i نشان‌دهندهٔ سطح زیر کشت فعالیت می‌باشد. در این معادله اگر مقدار EI به دست آمده بزرگ‌تر از صفر باشد تنوع کشت بالاتر است و اگر صفر یا کوچک‌تر از صفر باشد تنوع کشت وجود ندارد.

در مطالعه حاضر دشت خمین با تعداد۷۵۴۳ بهره‌بردار به عنوان جامعه آماری مورد مطالعه انتخاب گردید. سپس با استفاده از یک روش نمونه‌گیری خوشه‌ای سه مرحله‌ای، متناسب با تعداد کشاورزان دهستان‌ها و روستاها در فصل زراعی ۱۳۹۰-۹۱ و بر اساس رابطه کوکران، تعداد ۲۵۰ پرسش‌نامه جهت جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز(میزان مصرف نهاده‌ها، هزینه هرواحد نهاده وخدمات، سطح زیر کشت و عملکرد محصولات منطقه، قیمت محصولات) تکمیل گردید. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات مورد نظر از نرم‌افزارGAMS

1. Simpson index Diversification
2. Shanon-Weaver
3. Herfindal
4. Entropy
5. Modified Concentration Ratio

استفاده شد. با توجه به اینکه تهیه الگوی برنامه‌ریزی خطی برای تمام بهره‌برداران نمونه، کار بسیار وقت‌گیر و پر هزینه است و نتایج حاصل از کارایی لازم برخوردار نخواهد بود، لذا لازم است که بهره‌بردارهای نمونه را به طبقات همگن طبقه‌بندی نمود و برای هر طبقه همگن یک بهره‌برداری نماینده ساخت. با توجه به موارد فوق بهره‌برداران با استفاده از تحلیل خوشه‌ای به دو گروه همگنِ مزارع با اندازه کمتر از ۵ هکتار و مزارع با اندازه بالای ۵ هکتار تفکیک شدند.

نتایج و بحث

در ابتدا، نتایج به دست آمده از حل الگو و سپس اثرات اتخاذ سیاست بر الگوی کشت و تخصیص نهاده‌ها نشان داده می‌شود. همان گونه که پیشتر اشاره شد، الگوی PMP قادر به باز تولید مقادیر سال پایه است. این مزیت در اتخاذ سیاست کمک می‌کند تا کشاورز بتواند بر اساس الگوی واقعی سال پایه به الگوی بهینه دست یابد.

همان گونه که در جدول ۱ نشان داده شده است، مقادیر سال پایه بر مقادیر به دست آمده از الگوی بهینهٔ به دست آمده ازPMP تا حدود بسیار بالایی منطبق است. همچنین شاخص تنوع الگوی کشت محاسبه شده حاکی از متنوع‌تر بودن الگوی کشت مزارع بالاتر از ۵ هکتار است. بدین ترتیب می‌توان سیاست‌هایی را در ارتباط با الگوی کشت و تخصیص نهادهٔ محصولات منطقه اعمال نمود. موارد اعمال شده در جدول ۲ آورده شده که در ادامه به تحلیل هر یک پرداخته خواهد شد.

جدول ۱. سطوح زیر کشت مدل مبنای مورد استفاده و مقایسه با نتایج بازتولید سال پایه از طریق PMP

محصول	مدل مبنا		نتایج PMP	
	مزارع کمتر از ۵ هکتار	مزارع بیشتر از ۵ هکتار	مزارع کمتر از ۵ هکتار	مزارع بیشتر از ۵ هکتار
گندم آبی	۱/۰۱	۴/۱۳	۱	۴/۲۵
گندم دیم	۲/۵	۱۰/۳۱	۲/۵	۱۰/۰۴
جو	۰/۷۴	۲/۶۷	۰/۷	۲/۶۱
لوبیا	۱/۲۱	۲/۶۵	۱/۲	۲/۶۱
سیب زمینی	۰	۲/۸۶	۰	۲/۸۹
پیاز	۰	۰/۳	۰	۰/۲۹
یونجه	۰/۳۳	۱/۲۹	۰/۳	۱/۲۹
ذرت آبی	۰	۳	۰	۱/۶۳
شاخص تنوع آنتروپی	۰/۶۱۶۹	۰/۷۷۴۱	۰/۶۱۱۲	۰/۷۷۳۹
بازده خالص (ریال)	۴۷۰۵۵۵۱۷	۱۰۳۰۸۳۵۹۰	۳۸۰۲۰۲۱۰	۱۰۰۵۲۳۳۵۰
میزان مصرف نهاده آب (مترمکعب)	۲۲۶۷۵	۱۷۸۶۷۱/۱۹		
میزان مصرف کود فسفاته (کیلوگرم)	۶۰۵/۵	۲۸۴۷		
میزان مصرف کود ازته (کیلوگرم)	۷۶۳	۴۵۰۰		

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۱ نشان می‌دهد الگو توانسته است به خوبی بر داده های سال مبنا منطبق شود. بر اساس محاسبهٔ الگو ارزش تابع هدف (بازده خالص) به دست آمده از مرحلهٔ نخست، LP در مورد مزارع گروه ۱ معادل ۴۷۰۵۵۵۱۷ ریال و در مرحلهٔ سومNLP معادل ۳۸۰۲۰۲۱۰ ریال به دست آمده است و همچنین بازده خالص در مزارع گروه ۲ در مرحله اول و سوم به ترتیب ۱۰۳۰۸۳۵۹۰ و ۱۰۰۵۲۳۳۵۰ ریال می‌باشد که این اختلاف مقدار درآمد خالص (کاهش درآمد در مرحلهٔ سوم نسبت به مرحلهٔ نخست) نشان می‌دهد که PMP هزینه های دیگر که ذکر نشده را در تابع هزینهٔ درجه دوم اعمال می‌کند. افزایش هزینه می‌تواند به دلیل مدیریت محدود یا ظرفیت ماشین آلات باشد، بنابراین از میزان ارزش تابع هدف کاسته خواهد شد(قرقانی و همکاران، ۱۳۸۸). جهت دستیابی به اهداف اصلی الگو،کاهش آب

آبیاری در دسترس و افزایش قیمت نهاده آب و کود شیمیایی با شبیه‌سازی در محدودیت‌های مدل مرحلهٔ سوم حاصل می‌شود.

هزینه ای که به ازای هر متر مکعب آب بر کشاورزان منطقه اعمال می‌شود، در مورد آب‌های سطحی حدود ۴۰ تا ۷۰ ریال و در مورد آب‌های زیرزمینی به صورت رایگان است. هزینه تمام شده هر متر مکعب آب کشاورزی، به طور متوسط در حدود ۹۰۰ ریال است و طبق سیاست‌های مورد نظر وزارت جهادکشاورزی و وزارت نیرو در مرحله اول آزاد سازی ، قرار بر افزایش قیمت به حدود ۱۲۰ ریال برای آب‌های سطحی و ۸۰ ریال برای آب‌های زیر زمینی می‌باشد(سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی،۱۳۹۱). در این پژوهش برای دستیابی به اهداف مورد نظر، در حالت نخست جهت بررسی واکنش کشاورزان به افزایش قیمت نهاده‌های مهم کشاورزی (آب و کود)، سیاست افزایش ۲۰۰ درصدی قیمت نهاده‌های آب و کود شیمیایی، در حالت دوم برابر کاهش آب در دسترس در قالب سیاست‌های کاهشی ۱۰،۲۰،۳۰ و ۶۰ درصدی (شبیه سازی تنش خشکی) و نهایتاً در قسمت آخر اعمال هم‌زمان سیاست افزایش قیمت نهاده آب و کاهش ۲۰ درصدی آب آبیاری در دسترس صورت گرفته است (جدول۲). در ادامه به بیان نتایج به دست آمده (جداول ۳ و۴) پرداخته شده است.

جدول ۲. سناریوهای مورد بررسی و هدف از اجرای آن‌ها

ردیف	سناریوی مورد بررسی	هدف از اجرای سناریو	سیاست مورد اجرا
۱	سناریو شماره ۱	افزایش قیمت آب	افزایش ۲۰۰ درصدی قیمت آب
۲	سناریو شماره ۴	افزایش قیمت کود	افزایش ۲۰۰ درصدی قیمت کود
۳	سناریو شماره ۷	کمبود آب	کاهش ۱۰ درصدی موجودی آب
۴	سناریو شماره ۸	کمبود آب	کاهش ۲۰ درصدی موجودی آب
۵	سناریو شماره ۹	کمبود آب	کاهش ۳۰ درصدی موجودی آب
۶	سناریو شماره ۱۰	خشکسالی	کاهش ۶۰ درصدی موجودی آب
۷	سناریو شماره ۱۱	افزایش قیمت آب به همراه کاهش آب در دسترس	افزایش۲ برابری قیمت آب و کاهش ۲۰ درصدی آب در دسترس

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۳. اثر سیاست های مختلف بر سطح زیر کشت، مزارع زیر ۵ هکتار دشت خمین

محصول	سناریو ۱		سناریو ۲		سناریو ۳		سناریو ۴	
	سطح زیر کشت	درصد تغییر	سطح زیر کشت	درصد تغییر	سطح زیر کشت	درصد تغییر	سطح زیر کشت	درصد تغییر
گندم آبی	۲/۵۲	۱۵۰	۰/۹	-۹/۹۵	۰/۲۸	۷۲/۲۳	۰	-۱۰۰
گندم دیم	۲/۰۶	-۱۷/۶	۲/۵۲	۰/۸۸	۲/۲۸	-۸/۸	۲/۰۶	-۱۷/۶
جو	۰	-۱۰۰	۰/۷	-۴/۴۶	۰/۶۴	-۱۲/۳	۰/۵۶	-۲۳/۲
لوبیا	۰/۸۹	-۲۶/۵	۱/۱۹	-۱/۷۵	۱/۲۸	-۵/۴	۱/۲۳	۱/۹
یونجه	۰/۲۲۸	-۳۱/۹	۰/۲۹	-۱/۶۴	۰/۳۲	-۴/۳	۰/۳	-۸/۵
شاخص آنتروپی (EI)	–		۰/۶	–	۰/۵۷	–	۰/۵۰۹	–
بازده خالص میلیون (ریال)	۴۳	-۶/۷	۳۷/۷	-۱۹/۸۱	۳۷/۹	-۱۹/۳۱	۳۷/۶	-۱۹/۹
میزان مصرف نهاده آب (مترمکعب)	۲۲۰۹۷/۸	-۲/۵۵	۲۱۶۵۸۹/۹	-۴/۴۸	۱۹۸۰۰	-۱۲/۶۸	۱۷۶۷۷	-۲۲
میزان مصرف کود فسفاته (کیلوگرم)	۶۸۳/۵	۱۲/۸۸	۵۷۹/۳	-۴/۳۳	۴۶۶/۳	-۲۲/۹	۳۸۹/۲	-۳۵/۷
میزان مصرف کود ازته (کیلوگرم)	۲۰۲۲	۱۷/۰۲	۷۳۱/۱	-۴/۱۸	۵۶۴/۳	-۲۶	۴۵۸/۴	-۳۹/۹

مأخذ: نتایج تحقیق

ادامه جدول ۳

محصول	سناریو ۵		سناریو ۶		سناریو ۷	
	سطح زیر کشت	درصد تغییر	سطح زیر کشت	درصد تغییر	سطح زیر کشت	درصد تغییر
گندم آبی	۰	-۱۰۰	۰	-۱۰۰	۱/۴	-۴۸
گندم دیم	۱/۸۴	-۲۷/۳	۱/۸۱	-۲۷/۶	۲	-۱۷/۶
جو	۰/۴۶	-۳۶/۷	۰/۱۶	۷۷/۱	۰	-۱۰۰
لوبیا	۱/۱	-۹/۲	۰/۶۹	-۴۲/۹	۰/۸۹	-۲۶-۴
یونجه	۰/۲۶	-۲۰/۲	۰/۱۴	-۵۵/۷	۰/۲۲	-۳۱/۸
شاخص آنتروپی (EI)	۰/۵۰۳	–	۰/۴۱	–	۰/۵۱	–
بازده خالص (میلیون ریال)	۳۵	-۲۴/۵	۲۷	-۴۱/۲	۳۸	-۱۷/۲
میزان مصرف نهاده آب (مترمکعب)	۱۵۴۷۷	-۳۱/۷	۸۸۳۳/۵	-۶۱	۱۷۶۷۷	-۲۲
میزان مصرف کود فسفاته(کیلوگرم)	۳۴۱/۷	-۴۳/۵	۲۳۸/۴	-۶۰	۵۱۳/۹	-۱۵/۱
میزان مصرف کود ازته (کیلوگرم)	۴۰۱/۴	-۴۷/۳	۲۸۲/۳	۶۳	۶۵۱/۹	-۱۴/۶

مأخذ: نتایج تحقیق

جدول ۴. اثرات سیاست های مختلف بر سطح زیر کشت، مزارع بالای ۵ هکتار دشت خمین

محصول	سناریو ۱		سناریو ۲		سناریو ۳		سناریو ۴	
	سطح زیر کشت	درصد تغییر	سطح زیر کشت	درصد تغییر	سطح زیر کشت	درصد تغییر	سطح زیر کشت	درصد تغییر
گندم آبی	۰	-۱۰۰	۴/۴	-۸/۲	۴	-۳/۱	۳/۸	-۷
گندم دیم	۹/۳	-۹/۴	۹/۶	-۶	۱۰/۲۵	-۰/۵۳	۱۰/۲۲	-۰/۸۹
جو	۴	۴۹/۶	۲/۸	-۴/۹	۲/۵	-۲/۸	۲/۴	-۶/۸
لوبیا	۲/۵	-۳/۲	۲/۵	-۳/۶	۲/۶	-۰/۰۸	۲/۷	۲/۰۵
سیب زمینی	۲/۱	-۲۵/۴	۲/۵	-۹/۷	۲/۹	-۳/۳	۲/۹۵	۳/۱۵
پیاز	۰/۳۵	۱۸/۷	۰/۲	-۱/۶	۰/۱۹	-۳۶/۶	۰/۹	۲۲۳/۳
یونجه	۱/۱	-۸/۹	۱/۲	-۶/۸	۱/۲۸۴	-۰/۳۸	۱/۲۸	-۰/۵۳
ذرت آبی	۲/۵	-۱۵/۴	۲/۵	-۱۴/۲	۲/۸۵	-۳/۵۳	۲/۸۹	-۳/۴۷
شاخص آنتروپی (EI)	۰/۷۰	-	۰/۷۷۵۱	-	۰/۷۶	-	۰/۷۹	-
بازده خالص (میلیون ریال)	۹۰	-۱۶/۲	۹۸	-۸/۴	۱۰۰/۴	-۶/۸۵	۱۰۰	-۶/۸
میزان مصرف نهاده آب (مترمکعب)	۱۴۲۲۹۳	-۲۰/۳	۱۶۶۱۵۷/۴	۴	۱۷۷۱۹۴	-۰/۸۳	۱۸۲۵۶۲	۲/۱۸
میزان مصرف کود فسفاته(کیلوگرم)	۲۱۱۸	-۲۵-۶	۲۷۷۸/۹	-۲/۳	۲۸۹۱/۸	-۱/۸۶	۲۸۹۱/۸	۱/۵۷
میزان مصرف کود ازته(کیلوگرم)	۳۳۴۷/۶	-۲۵/۶	۴۳۳۵/۶	-۳/۶	۴۵۳۳/۲	-۱/۵۳	۴۵۳۳/۲	۰/۷۴

ماخذ: نتایج تحقیق

ادامه جدول ۴

محصول	سناریو ۵		سناریو ۶		سناریو ۷	
	سطح زیر کشت	درصد تغییر	سطح زیر کشت	درصد تغییر	سطح زیر کشت	درصد تغییر
گندم آبی	۳/۶	-۱۰/۶	۲/۹	-۲۷/۶	۰	-۱۰۰
گندم دیم	۱۰/۱	-۱/۲	۹/۳	-۹	-۹/۳	-۹
جو	۲/۳	-۱۰/۳	۱/۸	-۳۲/۶	۴	۵۰
لوبیا	۲/۷	۴/۳۵	۲/۶	۱/۷۱	۲/۵	-۲/۲۲
سیب زمینی	۲/۹	۳/۳۹	۲	-۲۷/۴	۲/۲	-۲۲/۷
پیاز	۰/۰۰۵	-۹۸/۳	۰	-۱۰۰	۰/۱۷	-۴۳
یونجه	۱/۲	-۰/۶۹	۱	-۱۷/۷	۱/۱	-۱۳/۵
ذرت آبی	۲/۸	-۳/۳	۲/۷	-۶/۷	۲/۶	۱۳/۳
شاخص آنتروپی	۰/۷۵	-	۰/۷۳	-	۰/۶۹	-
بازده خالص (میلیون ریال)	۱۰۰/۴	-۶/۸	۱۰۰/۲	-۷/۹	۹۰/۲	-۱۶/۲
میزان مصرف نهاده آب (مترمکعب)	۱۷۴۴۳۵/۸	-۲/۳۷	۱۴۴۹۲۰/۶	-۸/۸	۱۴۲۲۹۷/۵	-۲۰/۳
میزان مصرف کود فسفاته(کیلوگرم)	۲۶۹۵/۹	-۵/۳۱	۲۳۰۱/۵	۱۹/۱	۲۱۰۱/۷	-۲۶/۱
میزان مصرف کود ازته (کیلوگرم)	۴۲۹۳	-۴/۶	۳۶۲۵	-۱۹/۴	۳۳۵۹/۶	-۲۵/۳

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به شاخص EI=۰/۴۹ به دست‌آمده ناشی از اعمال سیاست ۱ (جدول ۳)، مشخص می‌شود که کشاورزان گروه ۱، با افزایش قیمت نهاده آب، تنوع کشت محصولات خود را کاهش می‌دهند و به سمت کشت محصولات با نیاز آبی کمتر روی می‌آورند. همچنین

با افزایش هزینه آب آبیاری، مقدار کاهش آب آبیاری در مجموع ۱۵۷/۲ متر مکعب در هکتار است. به دنبال تغییرات رخ داده، با افزایش قیمت آب آبیاری، سود خالص به ۶/۷ درصد کاهش می‌یابد و از ۴۷ میلیون ریال در سال پایه به ۴۳/۸ میلیون ریال کاهش می‌یابد. همان طور که در مزارع گروه ۲ (جدول ۴) نیز مشاهده می‌شود، افزایش هزینهٔ آبیاری، تنوع الگوی کشت را کاهش می‌دهد. مصرف آب به ازای هر هکتار ۱۳۵۷ متر مکعب و درآمد خالص نیز کاهش ۲۴/۵ درصدی را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد که همراه با افزایش قیمت آب آبیاری تغییر بسیار اندکی در مصرف آب رخ داده است و کشاورزان در مقابل افزایش قیمت آب، الزاماً با کاهش چشمگیر مصرف آب واکنش نمی‌دهند و بیشتر به دنبال کاهش ریسک بازده خالص به دست آمده با تغییر در الگوی کشت می‌باشند.

با اعمال سیاست ۲(افزایش قیمت کود شیمیایی)، شاخص تنوع برای مزارع گروه ۱ و ۲ به ترتیب برابر ۰/۶۰ و ۰/۷۷۵۱ به دست آمده است که در هر دو گروه از مزارع افزایش در تنوع الگوی کشت نسبت به سال پایه را نشان می‌دهد. کاهش درآمد خالص به دست آمده ۱۹ و ۸/۴ درصدی برای هر دو مزارع نشان از تأثیر گذار بودن افزایش هزینهٔ کود بر درآمد کشاورزان است که با افزایش در تنوع الگوی کشت، سعی بر کاهش ریسک درآمدی خود دارند.

با اجرای سناریوهای سیاستی کمبود آب در قالب کاهش موجودی آب مصرفی در چارچوب سیاست‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۶۰ درصدی، مقدار شاخص EI برای مزارع گروه یک به ترتیب برابر ۰/۵۷، ۰/۵۰۹، ۰/۵۰۳ و ۰/۴۱ به دست آمده است. همان طور که مشاهده می‌شود، تنوع الگوی کشت با شبیه‌سازی تنش خشکی روند کاهشی دارد. همچنین کاهش در آمد خالص در مقابل اجرای سیاست‌ها به ترتیب به میزان ۹/۹،۲/۱، ۱۲ و ۲۰ میلیون ریال کاهش یافته است. همان طور که در نتایج حاصل از بازتولید PMP ذکر شد، بخشی از این کاهش درآمد خالص ناشی از اعمال هزینه‌هایی است که به دلیل مدیریت محدود یا ظرفیت ماشین‌آلات می‌باشد که معمولاً در محاسبات لحاظ نمی‌شود، ولی در مدل PMP، اعمال آن

در تابع هزینهٔ درجه دوم باعث کاسته شدن ارزش بازده خالص می‌شود. با در نظر گرفتن این مسئله مشاهده می‌شود که کاهش نچندان زیاد درآمد خالص با اعمال سیاست کاهش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصدی در موجودی منبع آب رخ داده است. در مورد مزارع گروه ۲ نیز با اعمال سیاست ۱۰ و ۳۰ درصدی کاهش موجودی آب، کاهش تنوع الگوی کشت نسبت به سال پایه برآورد شده است. در مورد شبیه سازی شرایط خشکسالی نیز مقدار شاخص تنوع الگوی کشت برابر ۰/۷۳۹۵ و درآمد خالص نیز به ۱۰۰/۲ میلیون ریال کاهش پیدا کرده است. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان در مجموع گفت کلیهٔ مزارع مورد بررسی با اعمال مدیریت صحیح، انتخاب الگوی کشت مناسب و صرفه‌جویی ۲۰ تا ۳۰ درصدی در مصرف آب، کاهش چندانی در درآمد خالص ایشان ایجاد نخواهد شد.

نتایج اعمال سناریوی سیاستی شماره ۷، که به منظور شبیه‌سازی اعمال هم‌زمان افزایش قیمت آب و کاهش میزان آب در دسترس اجرا شده است، نشان می‌دهد که کشاورزان هر دو گروه از مزارع در برابر افزایش هزینه آب به میزان ۳ برابر و کاهش موجودی آب به میزان ۲۰ درصد، مصرف آب را به میزان قابل توجهی نسبت به اعمال جداگانه این سیاست‌ها کاهش داده‌اند. البته بایستی کاهش تنوع محصول کشت به وجود آمده و به تبع آن بالا رفتن ریسک درآمدی حاصل از کاهش تنوع الگو و کاهش درآمد را نیز در نظر داشت که اتخاذ سیاست‌های حمایتی از سوی دولت، جهت جبران هزینه‌های وارد بر کشاورز را می‌طلبد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

از آنجا که آب مهم‌ترین نهاده بخش کشاورزی است و بیشترین میزان مصرف را نسبت به سایر بخش‌ها به خود اختصاص داده است، مدیریت تقاضای آب کشاورزی، به ویژه در دشت خمین، که اختلاف زیادی در عرضه و تقاضای آب مشاهده می‌شود، ضرورتی اجتناب ناپذیر است. بهره برداری بیش از حد کشاورزان از منابع آب سطحی و زیرزمینی، عدم مدیریت در شیوه آبیاری و هدایت صحیح و اتلاف آن در چنین مناطقی همواره خطر کم آبی

را تشدید می‌کند و ضرورت استفاده از روش‌های بهینه مصرف آب، مدیریت صحیح آبیاری و همچنین اتخاذ سیاست‌های مناسب را برای استفاده از منابع آب سطحی و زیرزمینی آشکار می‌سازد. با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهادهای سیاستی به شرح زیر ارائه می‌شود:

۱.انجام تحقیقات و مطالعاتی در زمینه پیش‌آگهی، کنترل و مقابله با پیامدهای خشکسالی و افزایش استفاده از کود شیمیایی می‌تواند ضمن کمک به تصمیم گیری برنامه‌ریزان، در مورد بهبود واکنش در برابر خشکسالی‌ها و عواقب آینده، شرایط مطلوب‌تری را برای کنترل و کاهش خسارات مربوط فراهم آورد.

۲.نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان می‌دهد که کشاورزان در مقابل افزایش قیمت آب، الزاماً کاهش چشم‌گیر مصرف آب واکنش نمی‌دهند بلکه فعالیت‌های خود را از طریق افزایش تنوع در الگوی کشت به سمت کاهش ریسک بازده خالص سوق می‌دهند. پیشنهاد می‌شود که سیاست افزایش قیمت آب به تنهایی در جهت مدیریت تقاضای آب استفاده نشود چرا که کارآمدی لازم را ندارد.

۳.افزایش قیمت نهاده کود شیمیایی، افزایش در تنوع الگوی کشت و همچنین تخصیص بهینه و کاهش استفاده از این نهاده را به دنبال دارد. اما به کارگیری این راهکار کاهش محسوس درآمد کشاورزان را نیز موجب می‌شودکه پیشنهاد می‌شود به همراه اعمال این سیاست، سیاست‌های حمایتی از سوی دولت نسبت به جبران هزینه‌های تحمیل شده بر کشاورزان اتخاذ شود.

۴.کاهش موجودی آب به میزان ۱۰ تا ۳۰ درصد، عدم تغییر محسوسی در درآمد کشاورزان را به همراه دارد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود با استفاده از روش‌های آب اندوز و کاهش مصرف آب، بدون وارد کردن زیان به کشاورزان، در مصرف این منبع حیاتی و با ارزش صرفه جویی نمود.

۵.اعمال هم‌زمان سیاست کاهش موجودی آب در دسترس و افزایش قیمت آن، راهکاری مؤثر در جهت صرفه‌جویی مصرف آب می‌باشد. اجرای این سیاست کاهش تنوع

الگوی کشت، درآمد و به تبع آن افزایش ریسک بازده خالص را به دنبال دارد که برای این مسئله اتخاذ سیاست‌های حمایتی برای کشاورزان از سوی دولت توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

با سپاس از سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی و همچنین گروه نوسازی و تحول اداری، جناب آقای مهندس محمد رضا احمدی که در انجام این پژوهش همکاری لازم را نمودند.

منابع

بخشی، ع.، پیکانی، غ. ۱۳۸۸. سیاست‌گذاری نهاده های شیمیایی و تأثیرات آن بر محیط زیست با تاکید بر یارانه کودهای شیمیایی. هفتمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی.

بخشی، ع.، دانشور، م.، مقدسی، ر. ۱۳۹۰. کاربرد مدل برنامه ریزی ریاضی مثبت به منظور تحلیل اثرات سیاست‌های جایگزین قیمت گذاری آب در دشت مشهد. نشریه *اقتصاد و توسعه کشاورزی*، ۲۵(۳): صفحات ۲۸۴-۲۹۴.

جعفری، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر خشکسالی و افزایش قیمت نهاده‌های کشاورزی بر الگوی کشت محصولات زراعی دشت خمین. پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

سازمان جهاد کشاورزی استان مرکزی ۱۳۹۱. آمارنامه کشاورزی، دفتر آمار و فناوری اطلاعات.

صبوحی، م.، سلطانی، غ. و زیبایی، م. ۱۳۸۶. بررسی اثر تغییر قیمت آب آبیاری بر منافع خصوصی و اجتماعی با استفاده از الگوی برنامه ریزی ریاضی مثبت. مجله *علوم و صنایع کشاورزی* (ویژه اقتصاد و توسعه کشاورزی)، ۱(۲۳):۵۳-۷۱.

قرقانی، ف.، بوستانی، ف. سلطانی، غ. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کاهش آب آبیاری و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی مثبت (مطالعه‌ی موردی شهرستان اقلید در استان فارس). *تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۱(۱):۵۷-۷۴.

کرباسی، ع.، اسدفلسفی‌زاده، ن. ۱۳۸۹. عوامل موثر بر تنوع زراعی محصولات کشاورزی. *تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۴(۱): ۱۰۱-۱۱۴.

محسنی، ر.، زیبایی، م. ۱۳۸۸. تحلیل پیامدهای افزایش سطح زیر کشت کلزا در دشت نمدان فارس. *علوم آب و خاک*، دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحات ۷۸۴-۷۷۳.

مسیبی، م.، ملکی، م. ۱۳۹۱. بررسی وضعیت منابع آبی در رابطه با دوره‌های خشکسالی و ترسالی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز برجک خمین- استان مرکزی). اولین همایش ملی بیابان. مرکز تحقیقات بین المللی بیابان دانشگاه تهران.

موسوی، ن.، قرقانی، ف. ۱۳۹۰. ارزیابی سیاست‌های آب کشاورزی از منابع آب زیرزمینی مدل برنامه‌ریزی مثبت (شهرستان اقلید). *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، شماره ۴: ۶۵-۸۲.

Arfini, F., Donati., M., Zuppiroli M. and Paris, Q. 2005. Exposit evaluation of set-aside using Symmetric Positive Equilibrium Problem.EAAE Proc, 89 th Symposium of the European Association of Agricultural Economists, Parma,Italy.

Arfini, F. and Pariş Q. 2007. Innovation in estimation of revenue and cost functions in PMP using FADN information at regional level. 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists (EAAE).

Buysse, J., Polomé, P., Fernagut, B., Harmignie, O., Lauwers, L., Van, G. H. and Van Meensel, J. 2006. Positive mathematical programming for agricultural and environmental policy analysis: review and practice. In A. Weintraub, T. Bjorndal, R. Epstein and C. Romero (Editors) Management of Natural.

Chang, H. and Mishra, P.L. 2008. Impact off-farm labor supply on food expenditures of the farm household. *Journal of food policy*, 51:619-624.

Cortignani, R. and Severini, S. 2009. Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using positive mathematical programming. *Agricultural Water Management,* 96:1785–1791.

Hazell, P.B.R. and Norton, R.D. 1986. Mathematical programming for economic analysis in agriculture. New York. Colli MacMillan Pub.

Heckelei, T. 2002. Calibration and estimation of programming models for agricultural supply analysis. Germany: Habilitation Thesis University of Bonn.

He, L., Tyner, W.E., Doukkali, R. and Siam, G. 2006. Policy options to improve water allocation efficiency: analysis on Egypt and Morocco. *Water International*, 31:320–337.

Howitt, R.E. 1995a. Positive mathematical programming. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(2):329-342.

Howitt, R. E. 2005. PMP based production models- development and integration. EAAE, The Future of Rural Europe in the Global Agri- Food System. Denmark.

Paris, Q., & Howitt, R.E. 1998. An analysis of ill-Posed production problems using maximum entropy. *American Journal of Agricultural Economics,* 80(1):124-138.