

تعیین الگوی کشت محصولات زراعی با تأکید بر سیاست کاهش مصرف کود و آب در استان مازندران (مطالعه موردی: شهرستان بهشهر)

ملیحه آق^۱، رامتین جولایی^۲، علی کرامت‌زاده^۲ و فرهاد شیرانی‌بیدآبادی^۲

^۱دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۲۳

چکیده

سابقه و هدف: محیط زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر را تحت الشعاع قرار داده است به همین دلیل مهم‌ترین عامل و پیش‌نیاز بسیاری از فعالیت‌ها در سطح کلان، سازگاری با محیط زیست است. آلودگی‌های زیست‌محیطی یکی از مهم‌ترین چالش‌های جامعه انسانی در قرن بیست و یکم است. کشاورزی دارای ارتباط نزدیک‌تری نسبت به سایر بخش‌های اقتصاد با محیط زیست است. محیط زیست از یک سو تأمین‌کننده نهاده‌های اصلی مورد نیاز برای تولید محصولات کشاورزی همانند آب و خاک می‌باشد و از سوی دیگر متأثر از آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های تولیدی بخش کشاورزی و به‌ویژه آلودگی آب و خاک به‌واسطه مصرف بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی کود و سم می‌باشد. در دهه گذشته مصرف کودهای شیمیایی، اثرات و پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوبی نظیر آلودگی آب و خاک و بروز مشکلاتی در خصوص وضعیت سلامت انسان‌ها و دیگر موجودات زنده را به همراه داشته است. هدف از این مطالعه بررسی اثرات کاهش مصرف کود و آب بر الگوی کشت شهرستان بهشهر است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) اثرات سیاست کاهش کود و آب بر الگوی کشت محصولات زراعی در زیر بخش زراعت شهرستان بهشهر، در استان مازندران بررسی شده است. برخی اطلاعات مورد نیاز این پژوهش شامل منابع در دسترس شهرستان از سازمان جهاد کشاورزی و سازمان آب منطقه‌ای منطقه مورد مطالعه و همچنین مرکز آمار ایران اخذ شده است، همچنین اطلاعات هزینه تولید و درآمدی زارعین منطقه به‌وسیله پرسشگری از زارعین شهرستان بهشهر به‌دست آمده است. روش نمونه‌گیری در این پژوهش روش ساده تصادفی بود و تعداد ۱۳۳ نفر از زارعین شهرستان بهشهر مورد پرسشگری قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در سیاست کاهش کود به‌میزان ۴۹ درصد سطح زیر کشت تمام محصولات زراعی کاهش می‌یابد و بیش‌ترین کاهش مربوط به محصول کلزای دیم می‌باشد. در سیاست کاهش کود به‌میزان ۵۶ درصد نیز سطح زیر کشت همه محصولات کاهش می‌یابد که بیش‌ترین کاهش مربوط به محصول گندم دیم می‌باشد. در سیاست کاهش مقدار آب به‌میزان ۱۳ درصد، سطح زیر کشت محصولات آبی کاهش و سطح زیر کشت محصولات دیم

* مسئول مکاتبه: r_joolaie@yahoo.com

تغییری نمی‌یابد. در سیاست کاهش مقدار آب به میزان ۱۳/۹۳ سطح زیر کشت محصولات آبی کاهش و سطح زیر کشت محصولات دیم بدون تغییر باقی می‌ماند.

نتیجه‌گیری: با توجه به این‌که براساس نتایج کاهش میزان کود بیش‌ترین تأثیر را بر محصولات دیم دارد، بنابراین توصیه می‌شود کاهش میزان کود در مناطقی که محصولات دیم دارند با دقت و احتیاط بیش‌تری اعمال گردد، همچنین از آن‌جا که کاهش میزان آب باعث کاهش سطح زیر کشت محصولات آبی می‌شود، بنابراین پیشنهاد می‌شود برای این‌که سطح زیر کشت محصولات آبی کاهش نیابد، هم‌زمان راندمان آبیاری با استفاده از آبیاری تحت فشار افزایش یابد تا تولید محصولات آبی تحت‌تأثیر کاهش مقدار مصرف آب قرار نگیرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، کود، آب، مازندران

مقدمه

همین دلیل مهم‌ترین عامل و پیش‌نیاز بسیاری از فعالیت‌ها در سطح کلان، سازگاری با محیط زیست است و آلودگی‌های زیست‌محیطی یکی از مهم‌ترین چالش‌های جامعه انسانی در قرن بیست و یکم است (۱۶).

در پی آثار تخریبی نامتعادل کودها و سموم شیمیایی در طی سال‌های گذشته، وزارت جهاد کشاورزی به دنبال سیاستی است تا از مصرف بی‌رویه، نابهنگام و نامتعادل کودهای شیمیایی جلوگیری نماید و هم‌زمان با علمی کردن مصرف کود یعنی مرتبط نمودن مصرف کود با مقدار برداشت محصول و پتانسیل‌های بالفعل خاک در آزادسازی عناصر غذایی در طول رشد گیاه، مواد آلی موجود در خاک‌های کشور را حداقل تا سطح ۱ درصد برساند (۱۴، ۳). در طی سال‌های اخیر با تشکیل شورای عالی سیاست‌گذاری کاهش مصرف سموم و کودهای شیمیایی در کشاورزی، مسائل تولید و کاهش منطقی مصرف سموم و کودها به‌منظور تحقق توسعه پایدار کشاورزی، تحت بررسی می‌باشد (۱۳).

از دیدگاه بسیاری از کارشناسان پایین بودن قیمت نهاده کود در اثر سیاست‌های حمایتی دولت سبب مصرف بی‌رویه این نهاده و استفاده از الگوی کشت

در دهه گذشته مصرف کودهای شیمیایی، اثرات و پیامدهای زیست‌محیطی نامطلوبی نظیر آلودگی آب و خاک و بروز مشکلاتی در خصوص وضعیت سلامت انسان‌ها و دیگر موجودات زنده را به همراه داشته است. بنابراین به‌نظر می‌رسد برای دستیابی به توسعه پایدار در کشاورزی و تحقق اهداف و سیاست‌های پیش‌بینی‌شده در راستای دستیابی به کشاورزی پایدار، استفاده از راهکاری مناسب برای تأمین نیازهای غذایی گیاه به کمک موجودات زنده ساکن خاک ضروری خواهد بود که استفاده از کودهای بیولوژیک می‌تواند راهکار مؤثری برای این کار باشد (۱۷).

نهاده‌های شیمیایی به‌منظور تأمین مواد معدنی خاک و همچنین از بین بردن آفت‌ها، قارچ‌ها و علف‌های هرز در کشاورزی استفاده می‌شود پیش از جنگ جهانی دوم بخش عمده ازت، پتاس و فسفر مورد نیاز از کودهای دامی تأمین می‌شد، از آن زمان تا به حال، استفاده از کودهای شیمیایی، افزایش چشمگیری داشته است (۱۰).

در عصر حاضر محیط زیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر را تحت‌الشعاع قرار داده است به

الگوی بهینه، نشان می‌دهد که با اتخاذ سیاست ۱۰ درصد کاهش در موجودی آب مصرفی و دو برابر نمودن قیمت آب، الگوی کشت بهینه نسبت به حالت مبنا تغییر چندانی نمی‌کند. بنابراین با مدیریت بهینه تقاضای آب می‌توان از اتلاف و هدرروی آن جلوگیری کرد زیرا تلقی از آب به‌عنوان کالای اقتصادی و باارزش، بهترین راه رسیدن به مصرف مناسب آب و مشوقی برای ذخیره و حفاظت از آن است (۱۵).

بخشی و همکاران (۲۰۱۱) از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در سطح مزرعه برای تحلیل اثرات مختلف کاربرد سیاست‌های قیمت‌گذاری آب و همچنین سیاست‌های جایگزین آن در دشت مشهد استفاده نمودند. در این راستا از چند سناریو، افزایش قیمت نهاده آب، مالیات بر نهاده مکمل نهاده آب و مالیات بر محصول استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که کاربرد تابع هزینه درجه دوم توانسته است به خوبی وضعیت موجود را باز تولید کند. با مقایسه اثر سیاست‌های مختلف پیشنهادی بر تقاضای آب آبیاری و رفاه بهره‌برداران، می‌توان گفت سیاست مالیات بر محصول (به‌ویژه مالیات بر محصول چغندر قند) می‌تواند جایگزین مناسبی برای سیاست قیمت‌گذاری آب کشاورزی باشد (۴).

بخشی و پیکانی (۲۰۱۱) به شبیه‌سازی سیاست حمایتی پرداخت مستقیم در زیربخش زراعت پرداختند. در این راستا با تلفیق دو روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت و حداکثر آنتروپی طی چهار سناریو به شبیه‌سازی، تغییرات بازده برنامه‌ای، تغییر سطح تولید محصولات زراعی، تغییر مقادیر مصرف نهاده‌ها به دنبال حذف یارانه نهاده کود شیمیایی و اعمال سیاست پیشنهادی پرداخت مستقیم، پرداختند. نتایج نشان داد که جایگزینی سیاست پیشنهادی پرداخت

غیربهینه در بیش‌تر دشت‌های کشاورزی ایران شده است (۱۴، ۳). در چند دهه اخیر و به دنبال افزایش آگاهی‌های عمومی درباره اثرات مخرب زیست‌محیطی کاربرد نامتعادل نهاده‌های شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی، در بیش‌تر کشورها تلاش‌ها در جهت حذف و جایگزینی سیاست یارانه نهاده‌های شیمیایی با سیاست‌های مطلوب در دستور کار سیاست‌گزاران قرار گرفته است (۱۲، ۱۹).

کرامت‌زاده و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به بررسی نقش بازار آب در تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی در اراضی پایین‌دست سد شیرین دره بجنورد پرداختند. در این مطالعه میزان عرضه آب نیز با توجه به شرایط آب و هوایی در سناریوهای مختلف ترسالی، نرمال و خشکسالی از مجموع منابع مختلف آب نظیر سد، چاه و رودخانه محاسبه شد. نتایج نشان داد که براساس تعادل تقاضای آب و میزان عرضه در شرایط مختلف آب و هوایی، قیمت تعادلی آب در بازار آب شبیه‌سازی شده، معادل ۴۱۶ و ۵۷۱ ریال به‌ازای هر مترمکعب به‌ترتیب در شرایط نرمال و خشکسالی برآورد شد. طبق نتایج این مطالعه ایجاد بازار آب باعث افزایش رفاه کشاورزان مناطق مختلف اراضی زیر سد شیرین دره بجنورد خواهد گردید ولی افزایش قیمت آب بدون ایجاد بازار آب باعث کاهش درآمد کشاورزان، افزایش درآمد دولت و افزایش مصرف نهاده‌های تولید در سطوح پایین قیمت و کاهش مصرف آن‌ها در سطوح بالای قیمت می‌گردد (۱۱).

موسوی و قرقانی (۲۰۱۱) با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی، دو سناریو در رابطه با قیمت و مقدار آب مصرفی جهت مدیریت تقاضای آب کشاورزی اعمال کردند که نتایج حاصل از دو سناریو با مقایسه درآمد خالص و سطح زیر کشت محصولات

در این مطالعه تلاش شده است تا با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) در طی چند سناریو، پی‌آمدهای احتمالی کاهش نهاد کود و آب بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌های کشاورزی مورد بررسی قرار گیرد تا سیاست‌گذاران بخش کشاورزی را در انتخاب رهیافت‌های مناسب به‌منظور افزایش کارایی مصرف نهاده آب و کود و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف نامتعادل نهاده کود یاری کند.

منطقه مورد مطالعه شهرستان زیبای بهشهر یکی از شهرستان‌های استان مازندران است، این شهرستان با مساحتی معادل ۱۴۱۶/۲۷ کیلومتر مربع از شمال به خلیج میانکاله، از شرق به شهرستان کردکوی، از جنوب به دامنه‌های البرز و شهرستان دامغان و از غرب به شهرستان ساری و نکا محدود می‌شود. این شهرستان بین ۳۶ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۱۶ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. شهرستان بهشهر با ۳۲/۵ درصد کل اراضی گندم استان، بیش‌ترین سطح و با ۳۷/۰۱ درصد از تولید جو استان، مقام اول تولید این محصول را به خود اختصاص داده است. مجموع سطح زیر کشت زراعی این شهرستان ۴۹۵۳۰ هکتار است که از این میزان ۹۰۱۵ هکتار آن به کشت آبی و ۴۰۵۱۵ هکتار از آن به کشت دیم اختصاص دارد (۱).

مواد و روش‌ها

فعالیت‌های کشاورزی اثرات مفید و مضر بر محیط زیست دارد، بنابراین در این مطالعه سعی شده است به تعیین الگوی کشت محصولات زراعی با تأکید بر سیاست کاهش مصرف کود و آب پرداخته شود. برای تدوین الگوی کشت از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی استفاده گردیده است. این رهیافت که یک روش تحلیل تجربی است، سعی

مستقیم، به‌جای سیاست پرداخت یارانه کود سبب کاهش مصرف کود ازته، فسفات و پتاسه به‌میزان ۱۷/۳۸، ۹/۳۹ و ۱۳/۵۹ درصد در گروه‌های اول تا سوم زارعین خواهد شد. اگر هدف سیاست‌گذار کاهش مؤثر مصرف نهاده کود باشد، سیاست حذف کامل یارانه نهاده کود می‌تواند انتخاب گردد ولی اگر هدف کاهش مصرف نهاده همراه با تثبیت یا افزایش بازدهی محصولات می‌باشد، تلفیق سیاست حذف یارانه با سیاست پرداخت مستقیم مفید خواهد بود (۵).

کورتیگانی و سورینی (۲۰۰۹) با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) به بررسی تأثیر افزایش هزینه تأمین آب، کاهش آب قابل دسترس و تغییر در قیمت محصولات کشاورزی با در نظر گرفتن تکنولوژی کم آبیاری بر الگوی کشت در کشور ایتالیا پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که افزایش هزینه‌های آب انگیزه‌ای برای پذیرش تکنولوژی کم آبیاری ایجاد نمی‌کند، ولی کاهش میزان آب قابل دسترس یا افزایش قیمت محصولات آبی می‌تواند در پذیرش تکنولوژی کم آبیاری مؤثر باشد (۶).

هاویت و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) به توصیف و معرفی مدل کالیبراسیون جداگانه‌ای برای مدل‌های اقتصادی تولید کشاورزی و مدیریت آب پرداختند. مدل مرکزی، مدل تولید کشاورزی در ایالت کالیفرنیا (SWAP) است. نتایج نشان می‌دهد که با انعطاف بیش‌تر تخصیص بازار آب، می‌توان زیان‌های ایجاد شده در درآمد در شرایط خشکسالی را تا ۳۰٪ کاهش داد. این نتایج به‌طور بالقوه از مدل‌های خود-کالیبره شده در تجزیه و تحلیل سیاست به‌دست آمده است و همچنین این مدل برای مدیریت منابع طبیعی، اقتصادی و زیست‌محیطی مفید است و می‌تواند باعث بده‌بستان‌های مختلفی در بین این بخش‌ها شود (۷).

وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری و محدودیت‌های کالیبراسیون، λ : بردار $(m \times 1)$ از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های منابع و ρ : بردار $(N \times 1)$ مقادیر دوگان مربوط به محدودیت‌های کالیبراسیون.

در گام دوم در روش PMP مقادیر دوگان به دست آمده در مرحله اول برای تخمین پارامترهای تابع هدف غیرخطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اغلب مطالعات انجام‌یافته با استفاده از روش PMP یک تابع هزینه متغیر چندمحصولی دارای شکل تابعی درجه دوم به صورت زیر استفاده شده است (قیمت نهاده‌های متغیر در سطح بازاری مشاهده شده ثابت در نظر گرفته می‌شود).

$$C^v(x) = d'x + x'Qx/2 \quad (5)$$

که در آن، d : بردار $(N \times 1)$ از پارامترهای جزء خطی تابع هزینه و Q : ماتریس مثبت، نیمه معین و متقارن با ابعاد $(N \times N)$ از پارامترهای جزء درجه دوم تابع هزینه. در گام سوم روش PMP، تابع هزینه غیرخطی برآورد شده در مرحله قبل، در تابع هدف مسأله مورد بررسی قرار داده می‌شود و تابع هدف غیرخطی مذکور در یک مسأله برنامه‌ریزی غیرخطی شبیه به مسأله اولیه به استثناء محدودیت‌های کالیبراسیون، ولی همراه با سایر محدودیت‌های سیستمی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

(۶)، (۷) و (۸)

$$\text{Maximise } Z = p'x - d'x - x'Qx/2$$

$$\text{Subject to: } Ax \leq b \quad [\lambda]$$

$$x \geq 0$$

در اینجا بردار \hat{d} و ماتریس \hat{Q} پارامترهای کالیبره شده تابع هدف غیرخطی را نشان می‌دهند اکنون الگوی غیرخطی کالیبره شده فوق به طور صحیح

می‌کند با استفاده از تمام اطلاعات، الگویی را که محدودیت‌ها، فرصت‌ها و اهداف شرایط موجود را منعکس کند، ایجاد نموده و سپس تحت فروض ناشی از اجرای سیاست، الگوی مورد نظر را حل نموده و به بررسی تغییر عوامل مختلف در مدل پرداخته شود (۲، ۱۸).

برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی (PMP) یک روش تحلیل تجربی است که از تمام اطلاعات موجود، فارغ از این که به چه میزان کمیاب هستند استفاده می‌کند. این روش در وضعیتی که داده‌های سری زمانی اندکی در دسترس است به‌ویژه در تحلیل‌های منطقه‌ای و بخشی کشورهای در حال توسعه و تحلیل اقتصادی زیست‌محیطی مفید می‌باشد (۹، ۱۸، ۲).

به‌طورکلی یک مدل برنامه‌ریزی اثباتی در سه مرحله به صورت زیر الگوسازی می‌شود:

مرحله ۱) تبیین مدل برنامه‌ریزی خطی معمولی (LP) با تابع هدف حداکثرسازی سود کشاورزان منطقه و محدودیت منابع و محدودیت کالیبراسیون جهت برآورد قیمت سایه‌ای

(۱)، (۲)، (۳) و (۴)

$$\text{Maximise: } Z = p'x - c'x$$

$$\text{subject to: } AX \leq b \quad [\lambda]$$

$$x \leq x_0 + \varepsilon \quad [\rho]$$

$$x \geq 0$$

که در آن‌ها، Z : ارزش تابع هدف، P : بردار $(n \times 1)$ قیمت‌های محصول، X : بردار $(n \times 1)$ غیرمنفی از سطوح فعالیت‌های تولیدی، C : بردار $(n \times 1)$ از هزینه حسابداری هر واحد از فعالیت، A : ماتریس $(M \times N)$ 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، ε : بردار $(N \times 1)$ از اعداد مثبت کوچک برای جلوگیری از

که نتایج مدل تغییر کرده، وارد شده است. در چشم‌انداز سند ملی محیط زیست جمهوری اسلامی ایران، در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی ارائه گردیده است. در بخشی از این سند به کاهش ۱۳ درصدی مصرف آب در بخش کشاورزی از سال پایه ۱۳۹۰ تا سال ۱۴۰۴ یا به عبارتی ۰/۹۳ درصد در هر سال اشاره شده است. بر این اساس ابتدا سیاست کاهش سالانه مصرف آب به میزان ۰/۹۳ درصد در مدل در نظر گرفته شد اما با توجه به این که اعمال سیاست مذکور تغییری در الگوی کشت محصولات منطقه ایجاد نمی‌نمود مقدار کاهش سالانه مصرف آب افزایش داده شد تا در نهایت به‌ازای کاهش ۱۳ درصد در مقدار آب تغییرات در الگوی کشت آغاز شد (سناریو سوم).

جدول ۱ الگوی کشت در حالت فعلی و حالتی که با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی اثباتی به دست آمده است را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مدل توانسته است به خوبی بر داده‌های سال مبنا تطبیق یابد و مدل پایه باز تولید شود.

سطوح فعالیت‌های مشاهده شده در سال پایه و مقادیر دوگان محدودیت‌های منابع را باز تولید می‌کند و جهت شبیه‌سازی تغییرات در پارامترهای مطلوب آماده می‌باشد (۸).

نتایج و بحث

مطابق با ماده ۱۴۳ قانون برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۴-۱۳۹۰) کاهش ۳۵ درصدی کودهای شیمیایی از طریق ترویج استفاده از کودهای آلی و زیستی (ارگانیک) تا پایان برنامه مدنظر قرار دارد که در هر سال این میزان کاهش معادل ۷ درصد می‌باشد، از این رو سیاست ۷ درصد کاهش در هر سال برای هر یک از انواع کودهای شیمیایی در مدل در نظر گرفته شد. در زمینه کاهش کود دو سناریو در نظر گرفته شد و تحت شرایط هر یک از سناریوها الگوی کشت شهرستان تعیین گردید و تغییرات آن بررسی شد. با توجه به این که در کاهش مقدار کود شیمیایی تا ۴۹ درصد، سطح زیر کشت و میزان مصرف نهاده‌ها در الگوی کشت موجود تغییری نکرد، به همین دلیل در مطالعه حاضر کاهش مقدار کود از ۴۹ درصد

جدول ۱- مقایسه الگوی فعلی و الگوی کشت با استفاده از مدل PMP (واحد: هکتار).

Table 1. Compares the current cropping pattern and cropping pattern by using PMP (unit: ha).

الگوی کشت در مدل PMP	الگوی فعلی	محصولات
Cropping pattern in PMP model	Current cropping pattern	Crops
3661	3661	برنج دانه بلند مرغوب Long grain hi quality rice
4560	4560	برنج دانه بلند پر محصول Long grain hi yield rice
20462.02	20462	گندم دیم Rainfed wheat
11694.99	11695	جو دیم Rainfed barley
1.99	4	عدس دیم Rainfed lentils
3350	3350	کلزا دیم Rainfed rapeseed
96.85	241	پنبه آبی Irrigated cotton
43826.84	43973	جمع Sum

دانه‌بلند مرغوب، برنج دانه‌بلند پرمحصول، گندم دیم، جو دیم، عدس دیم، کلزا دیم و پنبه آبی کاهش یافته است بیش‌ترین کاهش مربوط به محصول کلزا دیم و کم‌ترین کاهش مربوط به عدس دیم می‌باشد. بازده برنامه‌ای به‌دست آمده در سناریو اول نشان می‌دهد که کاهش ۴۹ درصدی کود باعث کاهش بازده برنامه‌ای نهایی به‌میزان ۰/۸ درصد می‌شود.

سناریو اول: کاهش مقدار کود شیمیایی به‌میزان ۴۹ درصد: در سیاست کاهش مقدار کود شیمیایی تا ۴۹ درصد سطح زیر کشت و بازده برنامه‌ای مربوط به محصولات کشت‌شده تغییری نکرد. در نتیجه در مطالعه حاضر سیاست کاهش مقدار کود از ۴۹ درصد اعمال شد. براساس یافته‌های به‌دست آمده در جدول ۲، در سناریو اول سطح زیرکشت همه محصولات برنج

جدول ۲- تغییرات سطح زیر کشت در سناریوی اول مدل PMP (واحد: هکتار).

Table 2. Changes in cultivated area of the first scenario in PMP model (Unit: ha).

درصد تغییرات نسبت به وضع موجود Percentage changes compared to the current situation	الگوی کشت Cropping pattern	محصول Crops
-2.92	3354.17	برنج دانه‌بلند مرغوب Long grain hi quality rice
-2.71	4436.46	برنج دانه‌بلند پرمحصول Long grain hi yield rice
-13.65	17669.02	گندم دیم Rainfed wheat
-14.57	9990.91	جو دیم Rainfed barley
-1.55	1.96	عدس دیم Rainfed lentils
-14.64	2859.39	کلزا دیم Rainfed rapeseed
-2.24	94.68	پنبه آبی Irrigated cotton
-11.91	38606.59	جمع Sum
-0.8	2.77E+10	بازده برنامه‌ای Gross margin

پرمحصول، گندم دیم، جو دیم، عدس دیم، کلزا دیم و پنبه آبی) کاهش یافته است. بیش‌ترین کاهش مربوط به محصول کلزا دیم و کم‌ترین کاهش مربوط به عدس دیم می‌باشد.

سناریو دوم: کاهش مقدار کود شیمیایی به‌میزان ۵۶ درصد: جدول ۳ میزان تغییرات در سطح زیر کشت مدل PMP در صورت اعمال سناریو دوم را نشان می‌دهد. با انجام این سیاست سطح زیر کشت همه محصولات (برنج دانه‌بلند مرغوب، برنج دانه‌بلند

جدول ۳- تغییرات سطح زیر کشت در مدل PMP در سناریو دوم (واحد: هکتار).

Table 3. Changes in cultivated area of the second scenario in PMP model (Unit: ha).

درصد تغییرات نسبت به وضع موجود Percentage changes compared to the current situation	الگوی کشت Cropping pattern	محصول Crops
-6.22	3433.15	برنج دانه بلند مرغوب Long grain hi quality rice
-5.91	4290.52	برنج دانه بلند پرمحصول Long grain hi yield rice
-28.62	14606.33	گندم دیم Rainfed wheat
-29.07	8294.77	جو دیم Rainfed barley
-3.09	1.93	عدس دیم Rainfed lentils
-30.82	2317.57	کلزا دیم Rainfed rapeseed
-4.68	92.31	پنبه آبی Irrigated cotton
-24.62	33036.58	جمع Sum
-3/46	26980940000	بازده برنامه‌ای Gross margin

نظر گرفته شد. جدول ۴، میزان تغییرات در الگوی کشت را در صورت اعمال سناریو سوم نشان می‌دهد. در این سناریو سطح زیر کشت محصولات آبی برنج دانه بلند مرغوب، برنج دانه بلند پرمحصول و پنبه آبی کاهش یافته است. بیشترین کاهش مربوط به برنج دانه بلند مرغوب و کمترین کاهش مربوط به پنبه آبی می‌باشد.

بازده برنامه‌ای نسبت به سال پایه در الگوی بهینه کشت در سناریویی که مقدار مصرف کود شیمیایی ۵۶ درصد کاهش یافته به میزان ۳/۴۶ درصد کاهش یافته است. سناریو سوم: کاهش مقدار آب به میزان ۱۳ درصد: در سیاست کاهش مقدار آب، با توجه به این که تغییر در الگوی کشت به‌ازای کاهش ۱۳ درصد در مقدار آب آغاز می‌شود، این مقدار به‌عنوان سناریو سوم در

جدول ۴- تغییرات سطح زیر کشت در مدل PMP در سناریو سوم (واحد: هکتار).

Table 4. Changes in cultivated area of the third scenario in PMP model (Unit: ha).

درصد تغییرات نسبت به وضع موجود Percentage changes compared to the current situation	الگوی کشت Cropping pattern	محصول Crops
-11.88	3226.03	برنج دانه بلند مرغوب Long grain hi quality rice
-12.97	3968.45	برنج دانه بلند پر محصول Long grain hi yield rice
0.00	20462.02	گندم دیم Rainfed wheat
0.00	11694.99	جو دیم Rainfed barley
0.00	1.99	عدس دیم Rainfed lentils
0/00	3350	کلزا دیم Rainfed rapeseed
-5.51	91.51	پنبه آبی Irrigated cotton
-2.35	42794.99	جمع Sum
-0.95	27683150000	بازده برنامه‌ای Gross margin

شرایط اعمال سناریو چهارم نشان می‌دهد. طبق نتایج، سطح زیر کشت محصولات آبی کاهش یافته است و سطح زیر کشت محصولات دیم تغییری نداشته است.

بازده برنامه‌ای در این سناریو به علت کاهش سطح زیر کشت محصولات آبی و عدم تغییر سطح زیر کشت محصولات دیم ۰/۹۵ درصد کاهش یافته است.

سناریو چهارم: کاهش مقدار آب به میزان ۱۳/۹۳ درصد: جدول ۵، تغییرات در الگوی کشت را در

جدول ۵- تغییرات سطح زیر کشت در مدل PMP در سناریو چهارم (واحد: هکتار).

Table 5. Changes in cultivated area of the fourth scenario in PMP model (Unit: ha).

درصد تغییرات نسبت به وضع موجود	الگوی کشت در مدل PMP	محصول Crops
-12.77	3193.36	برنج دانه بلند مرغوب Long grain hi quality rice
-13.95	3924.01	برنج دانه بلند پر محصول Long grain hi yield rice
0	20462.02	گندم دیم Rainfed wheat
0	11694.99	جو دیم Rainfed barley
0	1.99	عدس دیم Rainfed lentils
0	3350	کلزا دیم Rainfed rapeseed
-5.92	91.11	پنبه آبی Irrigated cotton
-2.53	42717.48	جمع Sum
-1.10	27641760000	بازده برنامه‌ای Gross margin

دارد. زیرا محصولات دیم به این علت که نهاده‌های دیگر را کم‌مصرف می‌کنند وابستگی بیش‌تری به مقدار کود دارند و در صورت کاهش مقدار کود بیش از محصولات آبی متأثر می‌شوند. بنابراین پیشنهاد می‌شود کاهش میزان کود در مناطقی که محصولات دیم دارند با دقت و احتیاط بیش‌تری اعمال گردد.

در صورت اعمال سیاست کاهش مصرف کودهای شیمیایی، برای جلوگیری از کاهش عملکرد محصولات زراعی مسأله تأمین عناصر غذایی برای رشد و نمو از منابع بیولوژیک مدنظر قرار گیرد. مصرف به‌شدت محدود کودها و نهاده‌های شیمیایی در تولید محصولات کشاورزی را کشاورزی زیستی نامند که باعث تقویت و توسعه سلامت اکوسیستم‌های زیستی، چرخه‌های زیستی و فعالیت بیولوژیکی خاک می‌شود.

با توجه به جدول ۵، مقدار بازده برنامه‌ای به مقدار ۱/۱ درصد کاهش یافته است. این کاهش به‌علت کاهش سطح زیر کشت محصولات آبی می‌باشد. نتایج چنین نشان می‌دهد که تغییر در الگوی کشت با کاهش ۴۹ درصدی در مقدار کود آغاز می‌شود (سناریو ۱) این مسأله نشان می‌دهد که تغییرات کم در مقدار کود تأثیر چندانی بر الگوی کشت ندارد و الگوی کشت منطقه را متأثر نمی‌نماید. بنابراین کاهش میزان کود توزیع شده در راستای اهداف زیست‌محیطی تأثیر چندانی بر الگوی کشت ندارد و می‌تواند در دستور کار سیاست‌گذاران قرار گیرد.

کاهش میزان کود بیش از ۴۹ درصد سطح زیر کشت تمام محصولات کشت شده در منطقه را کاهش می‌دهد ولی تأثیر بیش‌تری بر محصولات دیم

و ارائه فرمول‌های مناسب کود و خدمات ترویجی و آموزشی لازم در این خصوص و بالا بردن سطح آگاهی عمومی یک راهکار مناسب جهت کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی می‌باشد. انجام مطالعاتی شبیه پژوهش حاضر در سایر مناطق کشور برای تعیین آثار هر یک از سیاست‌ها ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین پیشنهاد می‌گردد قبل از هر گونه اعمال سیاستی در مناطق مختلف ابتدا الگوی کشت آن‌ها با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت شبیه‌سازی شود و نتایج سیاست‌های پیشنهادی بر روی الگوی منطقه مورد نظر بررسی گردد و سپس سیاست‌های مذکور اجرا شود.

آن‌گونه که نتایج مدل نشان می‌دهد و بدیهی نیز هست کاهش مقدار آب (سناریو سوم و چهارم)، باعث کاهش سطح زیر کشت محصولات آبی و عدم تغییر در کشت محصولات دیم می‌شود، بنابراین پیشنهاد می‌شود برای این‌که سطح زیر کشت محصولات آبی کاهش نیابد، هم‌زمان راندمان آبیاری با استفاده از آبیاری تحت فشار افزایش یابد تا تولید محصولات آبی تحت‌تأثیر کاهش مقدار مصرف آب قرار نگیرد.

از آنجا که سال‌هاست زارعین به الگوی فعلی مصرف نهاده‌ها عادت کرده‌اند، تغییر رفتار آن‌ها نیازمند انگیزه‌های قوی است. بر همین اساس به نظر می‌رسد انجام آزمایش‌های تجزیه خاک در هر منطقه

منابع

1. Agricultural - Jihad Organization of Mazandaran Province. Retrieved from <http://jkmaz.ir/>.
2. 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 heading?, Capri, Italy.
3. Baibordi, M., Malakouti, M.J., AmirMokri, H., and Nafisi, M. 2000. Production and consumption of fertilizers in line with the objectives of sustainable agriculture. Train and equip the human resources department, the Research, Education and Extension Organization, Ministry of Agriculture, Karaj, Iran. (In Persian)
4. Bakhshi, A., Kakhaki, M., and Moghadasi, R. 2011. Application of positive mathematical programming model due to analyze the effects of alternative policy of water pricing in Mashhad County. *J. Agric. Econ. Dev. (Agricultural Science and Technology)*. 25: 3. 284-294. (In Persian)
5. Bakhshi, M.R., and Peikani, G.R. 2011. Simulation supporting policy of direct payments in agricultural sector (Application of positive mathematical programming approach and maximum entropy). *Iran. J. Agric. Econ. Dev.* 42: 2-4. 501-511. (In Persian)
6. Cortignani, R., and Severini, S. 2009. Modeling farm-level adoption of deficit irrigation using Positive Mathematical Programming. *Agricultural Water Management*. 96: 1785-1791.
7. Howitt, R.E., Azuara, J.M., MacEwan, D., and Lund, J.R. 2012. Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. *J. Sci. Environ. Model. & Software* 38 University of California, Davis, California, Pp: 244-258.
8. Howitt, R.E. 1995. Positive Mathematical Programming. *Amer. J. Agric. Econ.* 77: 2. 329-342.
9. Henry de Frahan, B., Buysse, J., Polomé, P., Fernagut, B., Harmignie, O., Lauwers, L., Van Huylenbroeck, G., and Van Meensel, J. 2005. Positive Mathematical Programming for Agricultural and Environmental Policy Analysis: Review and Practice. In: A. Weintraub, T. Bjorndal, R. Epstein and C. Romero (Eds.), *Management of Natural Resources: A Handbook of Operations Research Models, Algorithms and Implementations*.

10. Irvani, H., and Varmaziari, H. 2008. Agriculture for development, World Development Report, Tehran University Press. (In Persian)
11. Keramatzadeh, A., Chizari, A.H., and Shrzeie, G. 2011. The Role of water market in determining of agricultural water economic value with a positive mathematical programming (PMP) approach, Case Study: downstream of Bojnoord Shirindare dam, Iran. Agric. Dev. Econ. Res. J. 42: 1. 29-44. (In Persian)
12. Kim, C. 2001. Developing Policies for Agriculture and the Environment, Korea Rural Economic Institute, Working Paper.
13. Motesharezadeh, B., and Malakouti, M. 2001. The production and consumption of chemical fertilizers in the country is an important step towards achieving self-sufficiency and sustainable agriculture, Technical Bulletin No. 209, Train and equip the human resources department, Ministry of Agricultural Jehade. (In Persian)
14. Malakouti, M., and Motesharezadeh, B. 1999. The trend of consumption of fertilizers in Iran (goals and policies), Technical Bulletin No. 64, Train and equip the human resources department, Ministry of Agricultural Jehade. (In Persian)
15. Mousavi, S.N., and Gharghani, F. 2011. Evaluation of agricultural water policies from underground water resources, positive mathematical programming model (PMP), case study Eghlid county, Econ. Res. J. 4: 1. 65-82. (In Persian)
16. Najam, A., Poling, J.M., Yamagishi, N., Straub, D.G., Sarno, J., DeRitter, S.M., and Kim, E.M. 2002. From Rio to Johannesburg: Progress and prospects. Environment. 44: 7. 26-38.
17. Rahmani, H. 2010. Challenges of sustainable agriculture and healthy production, Nasooh, Isfahan, 264p. (In Persian)
18. Rohm, O., and Debbert, S. 2003. Integrating Agri-Environmental Programs into Regional Production Models: An extension of positive mathematical programming. Amer. J. Agric. Econ. 85: 1. 254-265.
19. Weersink, A., Livernois, J., Shogren, J.F., and Shortle, J.S. 1998. Economic Instruments and Environmental Policy in agriculture. J. Can. Public Policy. 24: 3. 309-327.



Determination of cropping pattern with emphasis on reduction in chemical fertilizers and water consumption policies in Mazandaran province: case study of Behshahr

M. Agh¹, *R. Joolaie², A. Keramatzadeh² and F. Shirani Bidabadi²

¹M.Sc. Graduate, Dept. of Agricultural Economics, Gorgan University of Agricultural Sciences
and Natural Resources, ²Assistant Prof., Dept. of Agricultural Economics, Gorgan University of

Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 02/28/2015; Accepted: 12/14/2015

Abstract

Background and Objectives: Environmental issue is one of the most important components of global macro policies, therefore, one of the main prerequisite of many activities in macro level is compatibility with environment. Environmental pollution is one of the most significant challenges that is faced by human society in 21st century. Agriculture sector compared to the other sectors of economy is more closely related with environment. Environment from one hand provide main factors such as soil and water which are needed for production of agricultural crops and on the other hand its affected by pollution resulted from production activities of agricultural sector especially pollution due to over consumption of chemical fertilizers and pesticides. In recent decades consumption of chemical fertilizers have had undesired effects and outcomes such as soil and water pollution which in turn resulted in health condition of human beings as well as rest of living creatures. The aim of this study is to investigate the effect of reducing the consumption of fertilizer and water to cultivated area of crops in Behshahr County.

Materials and Methods: In this study with application of Positive Mathematical Programming (PMP) effects of policies reduction of water and fertilizers consumption on cropping pattern of agricultural products of agronomy sub sector of Behshahr County of Mazandaran Province was investigated. Required data were gathered through Jihad-e-Agriculture organization and regional water organization of study area and statistical center of Iran. Information regarding cost of production and farmers income were gathered through direct interviews with farmers of Behshahr County. In this research simple random sampling methods was used thus 133 farmers were interviewed.

Results: The results show that implementing the policy of reduction the amount of fertilizer used by 49 percent, will reduce cultivated area of all crops and the most part of reduction will occurs in the area under rainfed rapeseed. If the policy of fertilizer reduction of 56 percent comparing to current level of consumption of fertilizer is implemented the area under cultivation of agricultural crops will reduce and most of this reduction will ensue in the area under the cultivation of rainfed wheat. Under the policy of reducing the amount of irrigation water by 13.93 percent, cultivated area of all irrigated crops decrease and rainfed crops (Rainfed wheat, Rainfed barley and Rainfed rapeseed) will not change.

Conclusion: As it is obvious from the results, reduction in the consumption of chemical fertilizers has more effects on rainfed crops, it is suggested that reduction in level of fertilizer consumption in the areas which contain rainfed crops is performed cautiously. Thus, noting to the results of this research work it is suggested that in order to prevent the reduction in the area under the cultivation of irrigated crops it is required to improve irrigation efficiency by usage of under pressure irrigation so that production of irrigated agricultural crops would not be effected by reduction of consumption of irrigation water.

Keywords: Cropping pattern, Positive Mathematical Programming, Fertilizer, Water, Mazandaran

* Corresponding Authors; Email: r_joolaie@yahoo.com

