

## اثرات حذف یارانه نهاده‌های کشاورزی

### بر الگوی کشت محصولات زراعی شهرستان ورامین

اسماعیل پیش بهار\*، سمانه خدابخشی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۳/۲۲

#### چکیده

پرداخت یارانه باز مالی سنگینی را بر دولت تحمیل کرده است، به گونه‌ای که در برنامه‌های توسعه‌ی اخیر همواره دولت به دنبال هدفمندسازی نظام پرداخت یارانه‌ها بوده است. از سال ۱۳۹۰ (سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰) یارانه‌ی برخی از نهاده‌های کشاورزی مانند کود، سم و حامل‌های انرژی هدفمند گردیده است. با توجه به اینکه شهرستان ورامین یکی از قطب‌های اصلی تولید کشاورزی در استان تهران می‌باشد، این پژوهش اثرات هدفمندی یارانه‌ی نهاده‌های کشاورزی بر الگوی کشت این شهرستان با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت همراه با تکنیک حداکثر آنتروپی را مورد بررسی قرار می‌دهد. محدودیت‌های سیاستی در قالب ۲ سناریو بیان گردید و نتایج حاکی از آن بود که سطح زیرکشت محصولات گندم آبی، جو آبی، یونجه و ذرت نسبت به سایر محصولات در مقابل افزایش قیمت نهاده‌ها و محصولات تغییرات کمتری داشته و محصول پیاز بیشترین حساسیت را داشته به طوری که از الگوی کشت منطقه حذف گردیده است. سیاست‌های حمایتی جهت افزایش سطح زیرکشت و جلوگیری از حذف محصولات از الگوی کشت منطقه پیشنهاد می‌گردد.

#### طبقه‌بندی JEL:

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت محصولات زراعی، برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، حداکثر آنتروپی، شهرستان ورامین.

۱- به ترتیب استادیار گروه اقتصاد کشاورزی و دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

\* نویسنده‌ی مسئول مقاله pishbahar@yahoo.com

### پیشگفتار

یکی از زیربخش‌های نظام هدفمندی یارانه‌ها، هدفمندی یارانه‌های نهاده‌های کشاورزی است. با اعمال این سیاست، قیمت نهاده‌ها و طبیعتاً هزینه تولید افزایش می‌یابد. این افزایش هزینه منجر به صرفه‌جویی در میزان مصرف منابع خواهد گردید ولی آنچه که بیشتر نگران‌کننده است، اثر آن بر تولید محصولات زراعی است. در چنین شرایطی کاهش سطح زیرکشت محصول خاص و یا جایگزینی یک محصول با محصول دیگر از واکنش‌های قابل تصور کشاورزان می‌باشد. قابل ذکر است که تاثیرپذیری محصولات مختلف از این افزایش قیمت نهاده‌ها و در نتیجه افزایش هزینه‌ی تولید، متفاوت خواهد بود. چرا که میزان مصرف آنها از یارانه‌های پرداختی متفاوت بوده است. به این مفهوم که محصولی مانند پنبه که از نظر میزان مصرف نهاده سوخت در رده‌ی دوم قرار دارد (با توجه به جدول یک)، با افزایش هزینه‌ی سوخت بیشتر تحت تاثیر قرار می‌گیرد تا محصولات دیگری که سوخت کمتری در فرآیند تولید آنها مصرف می‌گردد. بنابراین در کل می‌توان بیان داشت که یکی از اثرات این سیاست، تغییر الگوی کشت محصولات زراعی خواهد بود. محصولاتی که به میزان بیشتری از یارانه برخوردار بوده‌اند، نسبت به سایر محصولات در برابر این تغییر سیاست حساس‌تر هستند. این تغییر هزینه‌ی تولید محصولات می‌تواند منجر به کاهش یا افزایش سطح زیرکشت محصولات مختلف گردد که وابسته به برخورداری محصولات از یارانه‌ها می‌باشد. شبیه این وضعیت در صورت حذف سیاست‌های حمایتی در بازار محصولات نیز رخ می‌دهد. بدین صورت که با تغییر الگوی کشت محصولات زراعی در اثر تغییر قیمت نهاده‌های یارانه‌ای، میزان تولیدات محصولات دستخوش تغییر قرار گرفته و در نتیجه بازار مصرف تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. کشاورزان معمولاً با توجه به قیمت نسبی محصولات در سال گذشته و پیش‌بینی وضعیت بازار در فصل بعد، نوع محصول و سطح زیرکشت آن را انتخاب می‌کنند. بنابراین سیاستی که امسال اعمال می‌گردد، گاه بر الگوی کشت محصولات در سال آینده اثر خواهد گذاشت که این امر نشان‌دهنده‌ی این موضوع است که همواره سیاست‌ها اثرات آنی بر روی تولیدات نداشته و ممکن است اثرات خود را در آینده و به شکل تدریجی بروز دهند.

به‌منظور تجزیه و تحلیل سیاست‌های مورد نظر در بخش کشاورزی و شبیه‌سازی آثار آنها طی سناریوهای مختلف و به‌منظور ارزیابی دقیق آثار سیاست‌های مذکور بر قسمت‌های مختلف نظام کشاورزی و به‌ویژه تغییرات احتمالی در مصرف نهاده‌ها و تغییرات الگوی کشت، می‌توان از برنامه‌ریزی ریاضی<sup>1</sup> (MP) استفاده نمود که در دهه‌های اخیر به‌عنوان یکی از پرکاربردترین رهیافت‌ها شناخته شده است (بویس، ۲۰۰۷). هاویت (a,b, ۱۹۹۵) رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت

1 - Mathematical Programming

را برای اولین بار به‌طور رسمی ارائه کرد که از ویژگی‌های آن، دارا بودن قابلیت واسنجی به‌صورت صحیح می‌باشد. این رهیافت قبل از ارائه‌ی رسمی آن در سال ۱۹۹۵، به‌عنوان یکی از روش‌های غالب برای تحلیل سیاست‌های کشاورزی در الگوهای برنامه‌ریزی ریاضی به‌کار گرفته می‌شده است (بخشی، ۱۳۸۸). به این دلیل به این مدل، مثبت گفته می‌شود که این نوع مدل، داده‌های مشاهده شده را بازتولید می‌کند. همچنین این مدل با استفاده از واسنجی و تابع غیر خطی، نقص وضعیت‌های پلکانی را رفع کرده است. هدف اصلی از این نوع مدل‌ها شبیه‌سازی رفتار کشاورز مطابق با برخی سناریوهای سیاستی ارجاع داده شده به مزارع واقعی و نه مزارع فرضی است (بویس، ۲۰۰۷). برنامه‌ریزی ریاضی مثبت، یک روش تحلیلی 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، به‌ویژه در تحلیل‌های منطقه‌ای و بخشی کشورهای در حال توسعه و تحلیل اقتصادی زیست محیطی مفید می‌باشد (آرفینی و همکاران، ۲۰۰۷).

بنابراین با توجه به نارسایی‌های روش‌های اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی ریاضی به‌تنهایی همچون عدم توانایی در مقایسه‌ی بین وضعیت تولید، قبل و بعد از اعمال سیاست، یکی از بهترین روش‌ها جهت ارزیابی اثر سیاست‌ها بر کشاورزی استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی مثبت به همراه تکنیک حداکثر آنتروپی است که یک پیوند میان مباحث اقتصادی و کشاورزی ایجاد می‌کند. تکنیک حداکثر آنتروپی نخستین بار در سال ۱۹۴۸ توسط شانون مطرح شد. شانون یک روش ریاضی برای اندازه‌گیری اطلاعات پیشنهاد کرده و بدین وسیله انقلابی در تئوری اطلاعات ایجاد کرد (هاویت، ۱۹۹۵ a,b). استفاده از حداکثر آنتروپی در اقتصادسنجی نیز به‌وسیله‌ی گلان و همکاران در سال ۱۹۹۶ مطرح شد و در سال ۱۹۹۸ توسط پاریس و هاویت به‌عنوان روشی برای حل مشکل درجه آزادی منفی PMP مورد استفاده قرار گرفت و هاویت استفاده از روش حداکثر آنتروپی را به‌عنوان بهترین روش تخمین پارامترهای ماتریس  $Q$  معرفی کرد.

در تعدادی از مطالعات داخلی از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت استفاده گردیده و اثرات سیاست‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند. صبوحی و همکاران (۱۳۸۶) واکنش کشاورزان به سیاست‌های تغییر قیمت و مقدار آب در دسترس که از طرف دولت جهت بهبود مصرف آب آبیاری در سطح مزرعه ممکن است اتخاذ شود را در استان خراسان مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج نشان داد که زارعین به افزایش قیمت آب آبیاری از طریق تغییر الگوی کشت خود پاسخ می‌دهند و در نتیجه افزایش قیمت آب آبیاری الزاما منجر به کاهش مصرف آن در سطح مزرعه نمی‌شود. هر چند که مقدار آن در هر فعالیت ممکن است افزایش، کاهش و یا بدون تغییر باقی بماند. بخشی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای با ارائه‌ی یک الگوی شبیه‌سازی و کاربرد رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی

مثبت طی چند سناریو، واکنش بالقوه‌ی کشاورزان را نسبت به اجرای سیاست حذف یارانه‌ی کودهای شیمیایی و اعمال سیاست پرداخت مستقیم بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که ترکیب سیاست پرداخت مستقیم با سیاست حذف یارانه‌ی نهاده‌ی کود، در کنار کاهش مقدار مصرف این نهاده، تقویت انگیزه‌ی تولید محصولاتی مانند گندم، جو و پنبه را به همراه خواهد داشت. قرقانی و همکاران (۱۳۸۸) به ارزیابی اثرات سیاست‌های گوناگون کاهش میزان آب مصرفی و افزایش قیمت هر مترمکعب آب بر الگوی کشت شهرستان اقلید فارس پرداختند. یافته‌ها نشان داد که اتخاذ سیاست کاهش در موجودی آب مصرفی در سطح ۱۰٪ نسبت به حالت مبنا تغییر چندانی را در الگوی کشت بهینه ایجاد نمی‌کند و همچنین دو برابر نمودن قیمت هر مترمکعب آب مصرفی، در میزان مصرف آب تاثیری نداشته و الگوی بهینه بار دیگر همان مقادیر سال مبنا را تولید می‌کند. فتاحی (۱۳۹۰) در مطالعه‌ی خود به بررسی تاثیر هدفمند کردن یارانه‌ی حامل‌های انرژی بر الگوی کشت محصولات زراعی با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف در دشت قوچان پرداخت. نتایج نشان داد که در اثر وقوع سناریوی «افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی تا سطح قیمت جهانی و قیمت برق تا سطح هزینه تولید آن در طی ۵ سال با در نظر گرفتن اثرات تورمی که محتمل‌ترین روش اجرای سیاست است، سطح زیرکشت کل محصولات به طور متوسط ۲۴٪ کاهش خواهد داشت. ثمره هاشمی (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی اثر کاهش منابع آبی بر الگوی کشت محصولات زراعی استان کرمان با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت تحت رهیافت حداکثر آنتروپی پرداخت. نتایج حاکی از آن بود که با کاهش مقدار آب در دسترس، سطح زیر کشت محصولات و به دنبال آن بازده ناخالص مناطق و مصرف نهاده‌ها نیز کاهش می‌یابد. اما سطح زیرکشت تمام محصولات به یک نسبت کاهش نخواهد یافت؛ به طوری که در اغلب مناطق محصولات گروه سبزیجات و جالیزی نسبت به محصولات گروه غلات و یونجه با کاهش کمتری در سطح زیرکشت مواجه می‌باشند. بخشی از مطالعاتی که با استفاده از رهیافت برنامه‌ریزی ریاضی مثبت در خارج صورت گرفته است عبارتند از: هکلی و بریتز (۲۰۰۲) در مطالعه‌ی خود از مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت با فرم تابعی درجه دوم برای مشاهدات چندگانه استفاده کرده‌اند. این پروژه تاثیر سیاست مشترک کشاورزی منطقه‌ای (CAPRI<sup>1</sup>) را دنبال کرده است و با توجه رفتار شبیه‌سازی شده، نشان داد که نتایج قابل قبولی در اثر تغییر سیاست ایجاد خواهد شد. رهم و دابرت (۲۰۰۳) روش برنامه‌ریزی درجه دوم مثبت (PQP<sup>2</sup>) را مطرح کرده و فرض می‌کنند که کشش جانشینی مورد انتظار بیشتری در بین انواع محصولات مشابه نسبت به محصولات متفاوت وجود داشته باشد. رهیافت PQP استاندارد تابع

---

1 - Common Agricultural Policy Regional Impact

2- Positive Quadratic Programming

هزینه یا تولید را برای هر زمین مورد استفاده در فعالیت به طور جداگانه تخمین می‌زند. این رهیافت سعی می‌کند تا به طور ضمنی کشتش جانشینی بین محصولات زراعی مزرعه و سطوح منطقه‌ای را نشان دهد. بویس و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعه‌ای از برنامه‌ریزی ریاضی در سطح مزرعه برای تحلیل سیاست‌های حمایتی کشاورزی استفاده کردند. در این مطالعه سه روش برنامه‌ریزی ریاضی هنجاری<sup>۱</sup> (NMP)، مثبت (PMP) و اقتصادسنجی<sup>۲</sup> (EMP) را مورد بررسی قرار داده و بیان کردند که انتخاب یکی از این سه روش بستگی به سه عامل داده‌های در دسترس، تمرکز مدل (تجویزی، توصیفی یا اکتشافی) و حوزه‌ی تحقیق (دامنه یا محدوده‌ی تحقیق) دارد. جودز و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ی خود از مفهوم مدل‌های PMP با هزینه‌های نهایی افزایشی استفاده کردند که بر اساس روش‌های دیگر واسنجی PMP توسعه یافته است. به طریقی که از قابلیت مقایسه بین دو نوع مزرعه فرضی حتی در حالتی که فعالیت خاصی در وضعیت پایه یا اولیه مزرعه موجود نباشد، برخوردار می‌باشد. کورتیگانی و سورینی (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای که در زمینه آبیاری محدود در سطح مزرعه انجام دادند، بیان کردند که مدل‌های PMP به طور کلی فقط فعالیت‌های مشاهده شده در دوره‌ی زمانی مرجع را در نظر می‌گیرند؛ حتی اگر تحت سیاست‌های جدید و شرایط بازار قرار بگیرند، کشاورزان نمی‌توانند تکنیک‌های آبیاری خود را تطبیق دهند و به گونه‌ای عمل کنند که در هر زمان از یک تکنیک آبیاری استفاده کنند که متناسب با سیاست‌ها باشد. روش مورد استفاده در این مطالعه محدودیت عدم امکان در نظر گرفتن فعالیت‌هایی که در سال پایه انجام نمی‌گردد را از بین برد.

نتایج به دست آمده از مطالعات، این واقعیت را مشخص می‌سازد که عدم بررسی و تحلیل اثرات اعمال سیاست‌های کشاورزی بر این بخش می‌تواند منجر به تغییرات سطح زیرکشت محصولات کشاورزی گردیده و به عبارتی الگوی کشت منطقه را تغییر دهد. با توجه به اینکه این مهم از طریق برنامه‌ریزی ریاضی مثبت قابل دستیابی می‌باشد، در این تحقیق روش مذکور مدنظر قرار گرفته است.

این مطالعه به دنبال بررسی اثر هدفمندسازی یارانه نهاده‌های کشاورزی بر الگوی کشت محصولات زراعی شهرستان ورامین می‌باشد. این شهرستان در جنوب استان تهران واقع گشته است. به گونه‌ای که از جنوب به استان قم، از شرق به استان سمنان، از غرب به ری و از شمال به پاکدشت منتهی می‌گردد. این شهرستان از ۵۰۵۵۱/۲ هکتار زمین آبی قابل کشت برای محصولات زراعی برخوردار می‌باشد که در سال ۱۳۹۰، ۳۹۴۲۴ هکتار زیرکشت قرار گرفته است که در حدود ۲۱/۳٪ از کل

1 - Normative Mathematical Programming

2 - Econometrical Mathematical Programming

سطح زیرکشت استان می‌باشد. محصولات زراعی قابل کشت در این شهرستان عبارتند از گندم آبی، جو آبی، لوبیا، پنبه، سیب‌زمینی، پیاز، گوجه‌فرنگی، خربزه، هندوانه، خیار، ذرت و یونجه (دفتر آمار و فناوری اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان تهران، ۱۳۹۱).

### روش تحقیق

مدل برنامه‌ریزی ریاضی مثبت شامل سه مرحله می‌باشد و فرض اساسی آن، این است که کشاورز بهترین تصمیم‌گیری را در ترکیب کشت محصولات زراعی و نهاده‌های کشاورزی اتخاذ نموده و تصمیمات آن بر اساس کسب حداکثر سود می‌باشد. مرحله اول PMP را با استفاده از یک مدل برنامه‌ریزی خطی ساده که برای حداکثر کردن سود طراحی شده است، می‌توان به صورت رابطه‌ی (۱) نشان داد (پاریس و هاویت، ۱۹۹۸):

$$\begin{aligned} \text{Max } Z &= p'x - c'x \\ \text{Subject to } Ax &\leq b \quad [\lambda] \\ x &\leq x_0 + \varepsilon \quad [\rho] \\ x &\geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

که در آن:  $Z$  ارزش تابع هدف،  $P'$  بردارستونی قیمت‌های محصول،  $X$  بردار ستونی غیرمنفی از سطوح فعالیت‌ها،  $C'$  بردار ستونی از هزینه‌ی حسابداری هر واحد از فعالیت‌ها،  $A$  ماتریس  $(m \times n)$  ضرایب در محدودیت‌های منابع،  $b$  بردارستونی مقادیر منابع در دسترس،  $x_0$  بردار ستونی غیر منفی از سطوح مشاهده شده فعالیت‌ها،  $\varepsilon$  بردار ستونی از اعداد مثبت کوچک برای جلوگیری از وابستگی خطی بین محدودیت‌های ساختاری،  $\lambda$  بردار ستونی از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های سیستمی و  $\rho$  بردار ستونی از متغیرهای دوگان مربوط به محدودیت‌های واسنجی می‌باشد.

در مرحله‌ی دوم، مقادیر دوگان سیستمی به دست آمده در مرحله‌ی اول برای تخمین پارامترهای تابع هدف غیر خطی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در اغلب مطالعات انجام شده، از تابع هزینه‌ی متغیر چند محصولی دارای شکل تابعی درجه دوم به صورت رابطه‌ی (۲) استفاده گردیده است.

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

در این تابع،  $d$  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 می‌باشد. دیگر فرم‌های تابعی، همچون تابع تولید با کشش جانشینی ثابت نیز محتمل است.

بدین منظور رهیافتی که توسط پاریس و هاویت (۱۹۹۸) برای واسنجی کردن تابع هزینه‌ی نهایی توسعه یافته است، بهره‌گیری از برآوردگر حداکثر آنتروپی برای مشخص ساختن تمام  $[n+n(n+1)/2]$  عنصر بردار  $d$  و استفاده از تجزیه‌ی چولسکی به جهت واسنجی کردن ماتریس

متقارن نیمه معین مثبت  $Q$  می‌باشد (۱۱) که اجازه تصریح پارامترهای تابع هزینه غیرخطی بر اساس یک نوع «معیار اقتصادسنجی» را فراهم می‌کند. به علاوه امکان وارد کردن بیشتر از یک مشاهده از سطوح فعالیت‌ها در تصریح پارامترها وجود داشته و نیاز به تصمیم در جهت اتخاذ محدودیت‌های قبلی بر روی پارامترها را کاهش می‌دهد (بخشی و همکاران، ۱۳۸۸).  
برای دست یافتن به ماتریس متقارن مثبت نیمه معین  $Q$  از تجزیه چولسکی<sup>۱</sup> که به فرم کلی رابطه‌ی (۴) می‌باشد، استفاده می‌گردد:

$$Q = LDL' \quad (۳)$$

به گونه‌ای که  $L$  یک ماتریس پایین مثلثی واحد است و  $D$  یک ماتریس قطری است. تجزیه چولسکی همواره برای ماتریس‌های نیمه معین مثبت متقارن وجود داشته و می‌تواند به صورت فوق نمایش داده شود که همه عناصر قطری  $D$  غیر منفی هستند (پاریس و هاویت، ۱۹۹۸). به جهت بازنویسی تابع هزینه نهایی بر پایه فرمول نویسی حداکثر آنتروپی، پارامترهای ماتریس‌های چولسکی  $L$  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 می‌گردند (بخشی و همکاران، ۱۳۸۸).

$$L_{ij} = \sum_{s=1}^S ZL_{ijs} PL_{ijs} \quad (۴)$$

$$D_{ii} = \sum_{s=1}^S ZD_{iis} PD_{iis}$$

به گونه‌ای که  $ZD$  و  $ZL$  ماتریس مقادیر پشتیبان برای توزیع احتمال  $L$  و  $D$  می‌باشند. به همین ترتیب،  $PD$  و  $PL$  نشان‌دهنده ماتریس احتمال مطابق با مساله‌ی عمومی حداکثر آنتروپی می‌باشند. تعداد پارامترهای ماتریس  $Q$ ،  $(N \times N)$  بوده و هر پارامتر با  $S$  مقدار پشتیبان مشخص شده و ماتریس‌های  $ZL$  و  $ZD$  به صورت زیر مشخص می‌گردند (رهم و دابرت، ۲۰۰۳):

$$ZD_{ijs} = \frac{mc_i}{\bar{x}_i} \cdot WD_s \quad i = j \quad (۵)$$

$$ZD_{ijs} = 0 \quad i \neq j \quad (۶)$$

$$ZL_{ijs} = \frac{mc_i}{\bar{x}_i} \cdot WL_s \quad i > j \quad (۷)$$

$$ZL_{ijs} = 1 \quad i = j \quad (۸)$$

1 - Cholesky decomposition

$$ZL_{ijs} = 0 \quad i < j \quad (9)$$

$$WD_s = \begin{bmatrix} 1 \\ 1.5 \\ 2 \\ 2.5 \\ 3 \end{bmatrix} \quad LW_s = \begin{bmatrix} -2.5 \\ -1.5 \\ 0 \\ 1.5 \\ 2.5 \end{bmatrix} \quad (10)$$

که در آن،  $WD$  و  $WL$  بردار  $S \times 1$  از وزن‌های مناسب می‌باشد.  $mc_i$  آمین هزینه نهایی اندازه‌گیری شده در مرحله‌ی برنامه‌ریزی خطی در PMP بوده و  $\bar{x}_i$  سطح ستاده‌ی مشخص شده از آمین فعالیت می‌باشد. رابطه‌ی (۵) مقادیر پشتیبان برای درایه‌های قطری ماتریس  $D$  را تعریف می‌کند. رابطه‌ی (۶) یک حد صفر را برای درایه‌های غیر قطری ماتریس  $D$  تحمیل می‌کند. رابطه‌ی (۷) مقادیر پشتیبان را برای درایه‌های پایین قطر اصلی ماتریس مثلثی  $L$  تعریف می‌کند. رابطه‌های (۸) و (۹) حد یک و صفر را برای درایه‌های قطری و بالای قطر اصلی ماتریس مثلثی  $L$  تحمیل می‌کند. رابطه‌ی (۱۰) نیز وزن‌های مناسب و به عبارتی مقادیر پشتیبان به کار رفته در این مطالعه را نشان می‌دهد. پس از برآورد ماتریس  $Q$  تابع هزینه‌ی غیر خطی برآورد می‌گردد.

در مرحله‌ی سوم روش PMP، تابع هزینه‌ی غیرخطی برآورد شده در مرحله‌ی قبل در تابع هدف مساله مورد بررسی قرار داده شده و تابع هدف غیرخطی مذکور در یک مساله‌ی برنامه‌ریزی غیرخطی شبیه به مساله‌ی اولیه به استثناء محدودیت‌های واسنجی ولی همراه با سایر محدودیت‌های سیستمی مورد استفاده قرار می‌گیرد (پاریس و هاویت، ۱۹۹۸):

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & Z = p'x - \hat{d} - x' \hat{Q} x / 2 \\ \text{subject to:} \quad & Ax \leq b \quad [\lambda] \\ & x \leq 0 \end{aligned} \quad (11)$$

بردار  $\hat{d}$  و ماتریس  $\hat{Q}$  پارامترهای واسنجی شده تابع هدف غیرخطی را نشان می‌دهند. اکنون الگوی غیرخطی واسنجی شده‌ی فوق به‌طور صحیح سطوح فعالیت‌های مشاهده شده در سال پایه و مقادیر دوگان محدودیت‌های منابع را بازتولید کرده و جهت شبیه‌سازی تغییرات در پارامترهای مطلوب، آماده می‌باشد. رابطه‌ی (۱۱) مدلی است که در مرحله‌ی سوم PMP در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته و محدودیت‌های در نظر گرفته شده نیز مقدار آب در دسترس، مقدار کود شیمیایی و حیوانی، مقدار سم و نیروی کار در دسترس و مقدار سوخت (سوخت مصرفی برای



تراکتور) موجود در منطقه می‌باشد که تابع سود ناخالص (تابع هدف) نسبت به این محدودیت‌ها حداکثر می‌گردد. محدودیت‌های مورد استفاده در این تحقیق به شرح زیر می‌باشد.

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq land_{Total} \quad \text{محدودیت زمین}$$

$$\sum_{i=1}^n W_{ij} x_i \leq Water_{Total} \quad \text{محدودیت آب}$$

$$\sum_{i=1}^n cf_{ij} x_i \leq cf_{rt}_{Total} \quad \text{محدودیت کود شیمیایی}$$

$$\sum_{i=1}^n af_{ij} x_i \leq af_{rt}_{Total} \quad \text{محدودیت کود حیوانی}$$

$$\sum_{i=1}^n T_{ij} x_i \leq Toxin_{Total} \quad \text{محدودیت سم}$$

$$\sum_{i=1}^n L_{ij} x_i \leq Labor_{Total} \quad \text{محدودیت نیروی کار}$$

$$\sum_{i=1}^n F_{ij} x_i \leq Fuel_{Total} \quad \text{محدودیت سوخت}$$

$$\sum_{i=1}^n x_i \leq x_i^0 + \varepsilon \quad \text{محدودیت کالیبراسیون (صرفاً در مرحله اول مورد استفاده قرار می‌گیرد)}$$

که در آن،  $x_i$  سطح زیرکشت هر یک از محصولات،  $W_{ij}$  مقدار آب مصرفی برای هر هکتار از هر محصول،  $cf_{ij}$  مقدار کود شیمیایی مصرفی در هکتار،  $af_{ij}$  مقدار کود حیوانی مصرفی در هکتار،  $T_{ij}$  مقدار سم مصرفی در هکتار،  $L_{ij}$  مقدار نیروی کار مصرفی در هکتار و  $F_{ij}$  مقدار سوخت مصرفی در هکتار می‌باشد که مقدار کل مصرفی هر یک از نهاده‌های فوق می‌بایست از مقدار کل موجود در منطقه کمتر باشد.

همان‌طور که بیان گردید، منطقه‌ی مورد مطالعه شهرستان ورامین می‌باشد که قطب کشاورزی استان تهران به حساب آمده و بررسی‌ها بر روی اطلاعات عملکرد محصولات مورد نظر در سال پایه‌ی زراعی ۹۰-۱۳۸۹ نشان می‌دهد که عملکرد محصولات زراعی این شهرستان شامل پنبه، پیاز، جوآبی، خربزه، خیار، ذرت، سیب‌زمینی، کلزا، گندم‌آبی، گوجه‌فرنگی، هندوانه و یونجه، از متوسط عملکرد کشور بالاتر بوده و همین امر وضعیت خوب این شهرستان از نظر عملکرد محصولات زراعی را نمایان می‌سازد. اطلاعات مورد نیاز به جهت انجام این تحقیق از سازمان جهاد کشاورزی استان تهران جمع‌آوری گردیده است. طبق جدول ۱، نیاز محصولات زراعی عمده هر

شهرستان در یک سال زراعی به نهاده‌های آب (مترمکعب در هکتار)، کود شیمیایی (کیلوگرم در هکتار)، کود حیوانی (کیلوگرم در هکتار)، سم (لیتر در هکتار)، نیروی کار (نفر روز کار در هکتار) و سوخت (لیتر در هکتار) به عنوان ضرایب فنی محدودیت‌های الگوی برنامه‌ریزی ریاضی خطی عمل کرده و به جهت حداکثرسازی سود ناخالص کل (میلیون ریال) به کار گرفته می‌شود.

## نتایج و بحث

به منظور بررسی اثری که هدفمندی یارانه نهاده‌های شیمیایی (سم و کود شیمیایی) و نهاده‌ی حامل‌های انرژی (سوخت) بر سطح زیرکشت محصولات مذکور می‌گذارد، دو سناریو مدنظر قرار گرفته است. در سناریوی اول، افزایش قیمت سم نسبت به سال پایه به میزان ۶۵٪، افزایش قیمت کود شیمیایی از ۸۵۳ ریال در سال پایه به ۶۰۰۰ ریال به ازاء هر کیلو کود شیمیایی و افزایش قیمت سوخت از ۱۲۵ ریال در سال پایه به ۲۰۰۰ ریال به ازاء هر لیتر سوخت مصرفی در نظر گرفته شده است. در سناریوی دوم علاوه بر افزایش قیمت نهاده‌های یاد شده در سناریوی اول، افزایش قیمت محصولات مذکور را از صفر تا ۱۰۰٪ تعریف شده است. برای سناریوی دوم پنج حالت در نظر گرفته شده که به صورت افزایش تدریجی قیمت محصولات مدنظر قرار گرفته است. در سناریوی دوم، سناریوی اول به همراه افزایش تدریجی قیمت محصول از صفر درصد (سال پایه) تا ۱۰۰٪ در پنج حالت ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰٪ افزایش قیمت محصولات مدنظر قرار گرفته است. قیمت‌های در نظر گرفته شده در حالات مختلف از پرسشنامه‌های موردی تهیه شده از سطح شهرستان اتخاذ گردیده است.

همانطور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، در اثر افزایش قیمت نهاده‌های کود شیمیایی، سم و سوخت با فرض ثابت ماندن میزان مصرف نهاده‌های مذکور توسط کشاورز، سطح زیرکشت محصول پیاز چهار برابر گردیده است که با ثابت بودن سطح زیرکشت کل در منطقه، سطح زیرکشت محصولات دیگر کاهش یافته و محصول پنبه از الگوی کشت منطقه حذف می‌شود. بررسی دقیق‌تر در خصوص هزینه و درآمد محصول پیاز مشخص می‌سازد که این محصول بیشترین سود ناخالص در هکتار را دارا بوده و محصول پنبه کمترین عملکرد را در میان محصولات قابل کشت در منطقه داشته است. لذا سطح زیرکشت آن به محصولات دیگر اختصاص داده می‌شود و در عوض سطح زیرکشت محصول پیاز افزایش می‌یابد. این تغییر الگوی کشت زمانی رخ می‌دهد که قیمت محصولات زراعی کشت شده در منطقه مورد مطالعه، در سطح سال پایه حفظ گردد. حال آنکه در عالم واقع چنین نیست و لذا سناریوی دوم مطرح می‌گردد که افزایش قیمت محصولات نیز در قالب پنج حالت در نظر گرفته شده و به دلیل متفاوت بودن سطح زیرکشت محصولات و بهتر مشخص

شدن تغییرات ایجاد شده در اثر وقوع سناریوی دوم، در قالب دو نمودار یک-الف و دو-ب نمایش داده شده است. در حالت پنجم از سناریوی دوم که افزایش صددرصدی در قیمت محصولات رخ داده است، سطح زیرکشت محصولات پنبه، خربزه، ذرت، گوجه‌فرنگی، هندوانه و یونجه (در منطقه‌ی مورد مطالعه محصولی یک ساله با چهار چین در سال می‌باشد) نسبت به سال پایه افزایش یافته و محصول خیار با کاهش سطح زیرکشت مواجه بوده و محصول پیاز از الگوی کشت منطقه حذف گردیده است. همانطور که مشاهده می‌گردد، افزایش قیمت محصول پیاز، همواره موجب کاهش سطح زیرکشت آن گردیده و از حالت سوم به بعد یعنی برای افزایش قیمت بیشتر از ۶۰٪، این محصول از الگوی کشت منطقه حذف گردیده است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

مقایسه‌ی دو سناریوی مورد بررسی در این مطالعه نشان می‌دهد که در صورت حفظ قیمت محصولات کشت شده در منطقه در سطح قیمت سال پایه (۹۰-۱۳۸۹) و افزایش قیمت نهاده‌های کود شیمیایی، سم و سوخت، کشت محصول پنبه از نظر کشاورز توجیهی نداشته و از الگوی کشت منطقه خارج خواهد شد و سطح زیرکشت محصول پیاز حدوداً چهار برابر گردیده است. در حالی که با افزایش قیمت محصولات در کنار افزایش قیمت نهاده‌های مذکور، این محصول پیاز است که به تدریج از الگوی کشت منطقه خارج می‌گردد و محصول پنبه با افزایش قیمت از ۲۰ تا ۱۰۰٪ روند صعودی را طی می‌کند.

محصولات گندم آبی، جو آبی، یونجه و ذرت نسبت به سایر محصولات از حساسیت کمتری نسبت به افزایش قیمت نهاده‌ها و محصولات برخوردار می‌باشند. با توجه به نتایج حاصله از وقوع سناریوی دوم، افزایش قیمت نهاده‌های کشاورزی و در کنار آن افزایش قیمت محصولات می‌تواند تا حدودی از اثرات کاهش ناشی از اعمال سیاست بکاهد. لیکن همچنان محصولاتی (خیار و پیاز) وجود دارند که با وقوع این سناریو با کاهش سطح زیرکشت مواجه خواهند شد. لذا به منظور حمایت از این محصولات، سیاست‌های حمایتی از جانب دولت باید اتخاذ گردد که تشخیص نوع سیاست نیاز به تحقیقات مربوط به خود را دارد. لیکن سیاست‌های حمایتی جهت افزایش سطح زیرکشت و جلوگیری از حذف محصولات از الگوی کشت منطقه، می‌تواند به عنوان یکی از سیاست‌های پیشنهادی مدنظر قرار گیرد.

### فهرست منابع

۱. بخشی، محمدرضا، ۱۳۸۸، تأثیر سیاست‌های حذف یارانه کود و سم و پرداخت مستقیم بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها با تأثیر بر پیامدهای زیست‌محیطی (مطالعه موردی: زیر بخش زراعت استان‌های خراسان رضوی و شمالی)، رساله دکتری رشته اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران.
۲. بخشی، محمدرضا، پیکانی، غلامرضا، حسینی، سید صفدر، صالح، ایرج، ۱۳۸۸، بررسی آثار حذف یارانه‌ی کودهای شیمیایی و اعمال سیاست پرداخت مستقیم بر الگوی کشت و مصرف نهاده‌ها (مطالعه موردی: زیربخش زراعت شهرستان سبزوار)، مجله‌ی اقتصاد کشاورزی، ۲: ۱۸۵-۲۰۷.
۳. ثمره‌هاشمی، خدیجه، ۱۳۹۱، بررسی تأثیر ذخایر منابع آبی بر الگوی کشت محصولات زراعی استان کرمان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران.
۴. دفتر آمار و فناوری اطلاعات جهاد کشاورزی استان تهران، ۱۳۹۱.
۵. صبحی، محمود، سلطانی، غلامرضا، و زیبایی، منصور، ۱۳۸۶، بررسی اثر تغییر قیمت آب آبیاری بر منافع خصوصی و اجتماعی با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت اقتصاد و توسعه کشاورزی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۱(۱): ۵۳-۷۱.
۶. فتاحی، محمدعلی، ۱۳۹۰، بررسی تأثیر هدفمندکردن یارانه حامل‌های انرژی بر الگوی کشت محصولات زراعی (مطالعه موردی: دشت قوچان)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس تهران.
۷. قرقانی، فریبا، بوستانی، فردین، و سلطانی، غلامرضا، ۱۳۸۸، بررسی تأثیر کاهش آب آبیاری و افزایش قیمت آب بر الگوی کشت با استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی مثبت: مطالعه‌ی موردی شهرستان اقلید در استان فارس، مجله‌ی تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۱۱(۱): ۵۷-۷۴.
۸. وزارت امور اقتصادی و دارایی، ۱۳۹۰، روابط عمومی، موجود در آدرس اینترنتی [www.mefa.gov.ir](http://www.mefa.gov.ir)
۹. وزارت بازرگانی، ۱۳۸۸، منتشر شده توسط معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی، دفتر مطالعات اقتصادی
10. Arfini, F., Donati, M., Grossi, L., & Paris, Q. (2007). Revenue and Cost Functions in PMP: A Methodological Integration for a Territorial Analysis of CAP. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar "Modeling of Agricultural and Rural

- Development Policies". Sevilla, Spain, January 29th -February 1st, 2008.
11. Buysse, J. (2007). Farm-Level Mathematical Programming Tools for Agricultural Policy Support, for the degree of Doctor (PhD) in Applied Biological Sciences.
  12. Buysse, J., Van Huylenbroeck, G., & Lauwers, L., (2007). Normative, Positive and Econometric Mathematical Programming as Tools for Incorporation of Multifunctionality in Agricultural Policy Modeling, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120: 70-81.
  13. Cortignani, R., & Severini, S., (2009). Modeling farm-level Adoption of Deficit Irrigation Using Positive Mathematical Programming, *Agricultural Water Management* 96: 1785-1791.
  14. Hazell, P.B.R. & Norton, R.D. (1986). *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*. Macmillan Publisher Company, New York.
  15. Heckelei, T. (2002). Calibration and Estimation of Programming Models for Agricultural Supply Analysis, *Habilitationsschrift*, Bonn.
  16. Heckelei, T., & Britz, W. (2000). Positive Mathematical Programming with Multiple Data Points: A Cross-Sectional Estimation Procedure. *Cahiers d'Economie et Sociologie Rurales*, 57:28-50.
  17. Howitt, R.E. (1995a). Positive Mathematical Programming. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(2): 329-342.
  18. Howitt, R.E. (1995b). A Calibration Method for Agricultural Economic Production models. *Journal of Agricultural Economics*, 46(2): 147-159.
  19. Golan, Amos., Judge, George., and Miller, Douglas. 1996. *Maximum Entropy Econometrics: Robust Estimation with Limited Data*. New York: John Wiley & sons.
  20. Judez, L., De Andres, R., Ibanez, M. & Urzainqui, E. (2008). A Method for Including in PMP Models Activities Non-Existent in the Baseline Situation, 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists-EAAE 2008.
  21. 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.

22. Rohm, O., & Dabbert, S., (2003), Integrating Agri-Environmental Programs into Regional Production Models: an Extension of Positive Mathematical Programming, American Journal Agricultural Economics. 85(1):254-265.
23. Shannon, C.E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. Bell System Technical Journal. No.27.PP:379-423.

Archive of SID

## پیوست‌ها

جدول ۱- ضرایب فنی الگوی برنامه ریزی ریاضی شهرستان ورامین در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹.

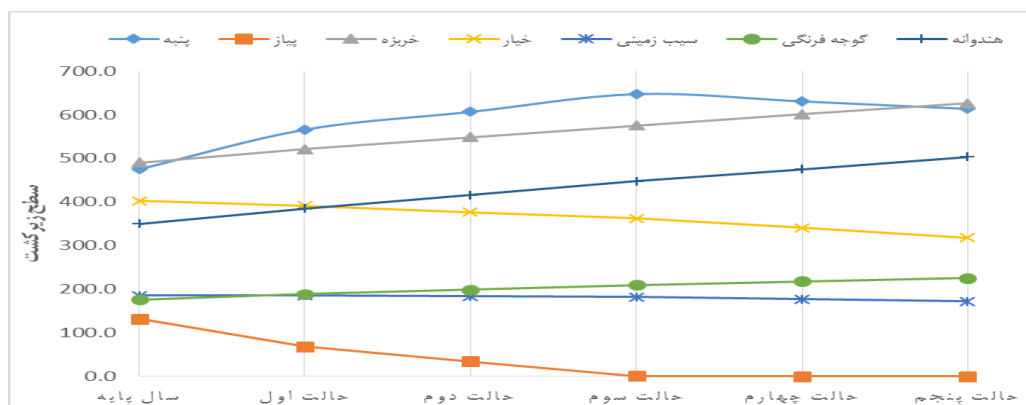
| موجودی کل   | یونجه | هندوانه | گوجه فرنگی | گندم آبی | سیب‌زمینی | ذرت   | خیار  | خریزه | جوآبی | پیاز  | پنبه  | تابع هدف  |
|-------------|-------|---------|------------|----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| ۵۰۵۵۱       | ۲۵/۹۰ | ۳۲/۱۳   | ۴۱/۲۴      | ۹/۲۲     | ۴۹/۷۷     | ۱۱/۱۵ | ۱۴/۸۹ | ۴۹/۸۴ | ۲/۳۲  | ۵۰/۷۸ | ۲۵/۵۹ |           |
| زمین آبی    | ۱     | ۱       | ۱          | ۱        | ۱         | ۱     | ۱     | ۱     | ۱     | ۱     | ۱     | ۱         |
| آب          | ۱۰۹۶۰ | ۸۲۴۰    | ۸۳۲۰       | ۴۷۵۰     | ۸۶۲۰      | ۷۴۵۰  | ۵۵۲۰  | ۷۳۷۰  | ۴۰۵۰  | ۹۶۴۰  | ۹۴۴۰  | ۳۳۶۲۶۰۰۰۰ |
| کود شیمیایی | ۲۱۰   | ۴۱۷     | ۵۵۸        | ۴۱۴      | ۵۲۶       | ۵۰۲   | ۵۳۳   | ۴۱۷   | ۳۴۳   | ۴۹۳   | ۴۳۱   | ۱۳۶۲۱۱۷۷  |
| کود حیوانی  | ۱۴۹۶  | ۳۸۵۳    | ۱۱۱۷۶۹     | ۶۲۴      | ۱۷۲۰۴     | ۸۲۲   | ۱۱۸۷۸ | ۳۸۵۳  | ۵۳۲   | ۱۸۲۱۵ | ۷۴۴۲  | ۳۶۰۲۰۵۴۶  |
| سم          | ۰/۱۰  | ۱/۷۱    | ۴/۲۲       | ۲/۱۰     | ۶/۰۱      | ۲/۸۰  | ۳/۸۰  | ۱/۷۱  | ۱/۹۰  | ۵/۲۸  | ۱/۲۴  | ۸۰۰۶۸/۶۹  |
| نیروی کار   | ۳۹    | ۴۳      | ۱۴۸        | ۲۳       | ۱۲۳       | ۲۷    | ۱۷۴   | ۴۳    | ۲۷    | ۱۶۷   | ۵۵    | ۱۲۵۷۸۶۴   |
| سوخت        | ۹۰    | ۹۰      | ۹۰         | ۲۰۰      | ۹۰        | ۲۵۰   | ۲۰۰   | ۹۰    | ۲۰۰   | ۱۲۰   | ۲۲۰   | ۱۹۵۰۷۶۴۹  |

منبع: دفتر آمار و فناوری اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی استان تهران، ۱۳۹۱

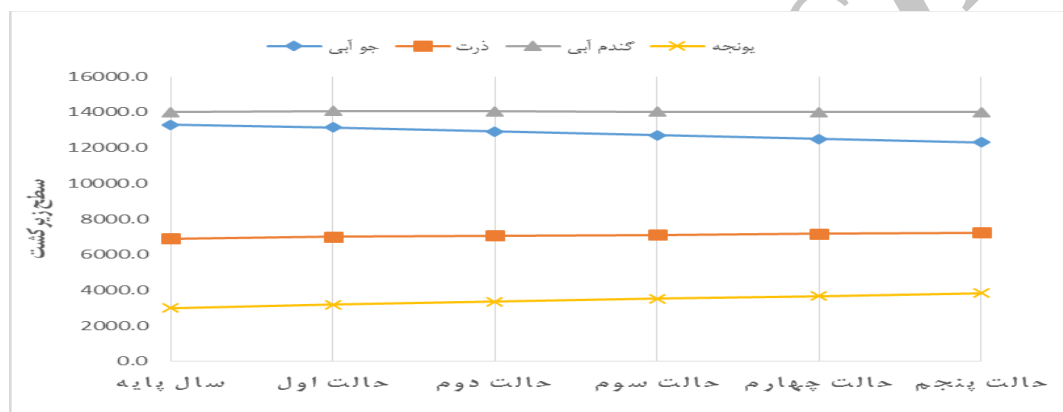
جدول ۲- تغییرات سطح زیرکشت محصولات زراعی شهرستان ورامین در اثر وقوع سناریوی اول.

| مجموع   | یونجه  | هندوانه | گوجه-<br>فرنگی | گندم آبی | سیب-<br>زمینی | ذرت    | خیار  | خریزه | جوآبی   | پیاز  | پنبه | سناریوی اول |
|---------|--------|---------|----------------|----------|---------------|--------|-------|-------|---------|-------|------|-------------|
| ۳۹۴۱۰   | ۳۰۰۰   | ۳۵۰     | ۱۷۶            | ۱۴۰۰۰    | ۱۸۵           | ۶۹۰۰   | ۴۰۲   | ۴۹۰   | ۱۳۳۰۰   | ۱۳۲   | ۴۷۵  | سال پایه    |
| ۳۴۷۶۶/۲ | ۲۸۳۳/۹ | ۳۳۳/۱   | ۱۶۸/۲          | ۱۲۴۱۵/۷  | ۱۶۸/۶         | ۵۹۶۵/۰ | ۳۵۶/۷ | ۴۴۱/۴ | ۱۱۶۸۰/۳ | ۴۰۳/۴ | ۰/۰  | سناریوی اول |

منبع: یافته‌های تحقیق



نمودار ۱- تغییرات سطح زیر کشت محصولات پنبه، پیاز، خربزه، خیار، سیب‌زمینی، گوجه‌فرنگی و هندوانه در اثر وقوع سناریوی دوم.



نمودار ۲- تغییرات سطح زیر کشت محصولات جوآبی، ذرت، گندم آبی و یونجه در اثر وقوع سناریوی دوم.