اقتصاد کشاورزی/ جلد ۵/ شماره‌ی ۳/ صفحه‌های ۹۴-۷۵

تعیین الگوی کشت بهینه و بازارگرایی در شرایط عدم قطعیت در بخش ارژن استان فارس؛ کاربرد مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌یی

ابولقاسم مرتضوی، سمیه اژدری و سید حبیب الله موسوی*

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۶۹/۲۳

چکیده

لحاظ کردن ریسک در تصمیم‌گیری‌های چند مرحله‌یی کشاورزان یعنی از فرآیند تولید تا فروش و بازاریابی محصولات می‌تواند چارچوب بلندمدتی برای محققان و سیاست‌گذاران برای مدیریت درآمدی کشاورزان به‌ویژه در کشورهای درحال توسعه فراهم نماید. با این روی‌کرد، مطالعه‌ی حاضر به بررسی الگوی تولید و به دنبال آن میزان خودمصرفی و فروش محصولات کشاورزی دشت ارژن استان فارس در شرایط نبود حتمیت آب و هوایی پرداخته است. بدین منظور سه مدل برنامه‌ریزی قطعی برای تحلیل کوتاه مدت شرایط سال عادی، خشک‌سالی و ترسالی و نیز یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌یی برای تحلیل بلند مدت همه‌ی حالت‌های بالا بسط یافت و به کار رفت. نتایج نشان داد که در کوتاه مدت و در صورت وجود اطلاعات آب و هوایی کامل و درست در زمان تصمیم‌گیری، مدل‌های برنامه‌ریزی قطعی دامنه‌یی از بازده‌های برنامه‌یی را به دست می‌دهند که در آن منطقه از حالت خریدار خالص بودن به فروشنده‌ی خالص بودن تغییر وضعیت می‌دهد. در قیاس با مدل‌های قطعی، مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌یی امکانی را ایجاد می‌کند که در بلند مدت الگوی کشت منطقه در همه‌ی شرایط آب و هوایی قادر به تامین نیاز خودمصرفی منطقه باشد، و نیز مانده‌یی را برای بازار تامین کند.

طبقه بندی JEL: C02, C61, D81

واژه‌های کلیدی: لگوی کشت بهینه، عدم قطعیت، مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌یی، بخش ارژن، استان فارس

* **به ترتیب عضو هیات علمی گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و دانشجوی دکترای اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز.**

Email: Samortazavi898@yahoo.com

مقدمه

کشاورزی نمونه‌یی بارز از فعالیت‌های اقتصادی همراه با ریسک و بی‌اطمینانی است و همواره تحت تاثیر قیمت‌ها، عمل‌کردها و هزینه‌های متفاوتی قرار دارد. این عوامل همراه با پدیده‌های طبیعی هم‌چون سیل، خشک‌سالی، حمله‌ی آفت‌ها و مانند آن موجب شده تا کشاورزان با مجموعه‌یی از انواع ریسک و بی‌اطمینانی در قیمت محصولات، قیمت نهاده‌های تولید و میزان عمل‌کرد محصولات مواجه باشند، که این امر خود به بی‌ثباتی درآمد کشاورزان خواهد انجامید (زیمت و همکاران، ۱۹۸٦; ویت، ۱۹۹۱; واتس و همکاران، ۱۹۸٤). وجود عوامل پیش‌گفته که به‌طور عمده پیش‌بینی ناپذیر است، موجب می‌شود که مدیران و برنامه‌ریزان بخش کشاورزی تصویری روشن و قطعی از وضعیت آینده برای برنامه‌ریزی و مدیریت بخش کشاورزی نداشته باشند (جاست و همکاران، ۲۰۰۳).

یکی از مهم‌ترین تصمیمات روبروی کشاورزان تعیین الگوی بهینه‌ی کشت است. با استفاده از این الگو می‌توان بیش‌ترین درآمد حاصل از مصرف میزان معینی از نهاده‌ها و یا دست‌کم هزینه‌ی ایجاد ترکیب خاصی از محصولات را تعیین کرد. تولید و عمل‌کرد محصولات کشاورزی همواره تحت تاثیر شرایط متعدد و عواملی است که تحت کنترل کشاورز نیست، بنابراین همواره این دو شاخص همگام با تغییر شرایط حاکم بر تولید نوسان می‌یابد و ثبات درآمدی کشاورزان را تحت تاثیر قرار می‌دهد (دی فالکو و همکاران، ۲۰۰۷). هم‌چونین، علاوه بر تولید و عمل‌کرد، بازار محصولات کشاورزی و حجم مبادلات آن نیز نامستقیم متاثر از عوامل غیر قابل کنترل همانند تغییرات اقلیمی و تنش‌های حرارتی و رطوبتی است. با این حال تنها ابزار کشاورزان در زمان تصمیم‌گیری نحوه‌ی تخصیص زمین به کشت و تولید محصولات مختلفی است که چند ماه بعد و در زمان برداشت متاثر از تکانه‌های آب و هوایی تولید می‌گردد. مفهوم این جمله این است که کشاورز در زمان کشت هیچ کنترلی بر عمل‌کرد محصول خود و نیز بر مازاد و یا کمبودی که باید به بازار برده و یا از بازار خریداری شود ندارد (برگ و لوویاکس، ۱۹۹۷). تحلیل تصمیم‌های متوالی کشاورزان در فرآیند تولید و نیز در

فرآیند بازار نیازمند بسط و گسترش مدلی است که این دو نوع نوسان را به صورت یک‌جـا در نظر بگیرد.

در مطالعه‌ی حاضر برای توسعه‌ی مدلی که بتواند ریسک را در تصمیم‌های متوالی کشاورزان لحاظ کند، فعالیت‌های زراعی دشت ارژن استان فارس مورد تجزیه و تحلیل و بررسی قرار گرفت. دشت ارژن در ۱۰۰ کیلومتری غرب شهرستان شیراز واقع است. وسعت این دشت ۱۸۵هزار هکتار است که منطقه‌یی همگن، کوهستانی، با کم‌ترین ارتفاع ۹۰۰ و بیش‌ترین ۲۸۰۰ متر از سطح دریا است. وضعیت پوشش طبیعی منطقه بسیار متنوع است و محصولات کشاورزی زیادی در این منطقه کشت می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها گندم، جو، چغندرقند، سیب‌زمینی و شبدر است. جدول ۱ خلاصه‌یی از الگوی کشت موجود و داده‌هایی است که در مطالعه لحاظ شده‌اند.

محصولاتی که در سال کشاورزی مورد مطالعه (۱۳۸۸-۱۳۸۷) در دشت ارژن کشت شده‌است به ۵ گروه تقسیم می‌شود. در گروه غلات محصولات گندم آبی، گندم دیم و شلتوک جای دارد. با توجه به شرایط آب و هوایی و اقلیمی منطقه، سطح وسیعی از کل زمین‌های زیرکشت به گندم دیم اختصاص یافته است، و گندم آبی در رتبه‌ی بعدی قرار گرفته است. این امر بیان‌گر اهمیت بالای محصول گندم در منطقه است و بنابراین درصد قابل توجهی از کشاورزان منطقه متمایل به کشت این محصول راه‌بردی اند، چرا که بازار این محصول نسبت به دیگر محصولات ثبات بیش‌تری دارد و بنابراین باعث کاهش ریسک درآمدی کشاورزان می‌گردد. در این گروه، شلتوک به میزان کم‌تری مورد کشت قرار گرفته است و به نظر می‌رسد دلیل کشت اندک این محصول خشک‌سالی‌های پی‌درپی با توجه به نیاز آبی فراوان این محصول باشد. در گروه بعدی گیاهان علوفه‌یی شامل جوی آبی، جوی دیم، یونجه و شبدر قرار می‌گیرد. سطح زیر کشت یونجه نسبت به دیگر محصولات این گروه به طور معناداری بیش‌تر است. دلیل این امر وجود دام در مزارع و در نتیجه تامین جیره‌ی دامی مورد نیاز از محصولات تولیدی است. در گروه دانه‌های صنعتی فقط کلزا قرار گرفته است که سطح زیر کشت آن قابل توجه نیست. گروه سبزی و صیفی شامل محصولات سیب‌زمینی، پیاز، خیار سبز، گوجه فرنگی، سبزیجات برگی- غده‌یی، لوبیا سبز، کدو و بادمجان است. در این گروه سطح زیر کشت گوجه فرنگی بیش‌تر از سایر محصولات است. با توجه به عمل‌کرد بالای گوجه فرنگی در منطقه میزان زیادی از تولید به

فروش می‌رسد، اما به طور کلی عمده‌ی محصولات تولید شده‌ی این گروه برای خود مصرفی به کار گرفته می‌شود و درصد کم‌تری به قصد فروش روانه‌ی بازارها می‌گردد. در نهایت گروه حبوبات شامل انواع لوبیا، عدس و نخود است که در این گروه سطح زیر کشت لوبیا بیش‌تر از سایر محصولات است و بعد از آن هم عدس به میزان زیاد کشت می‌شود. بنابراین کشاورزان منطقه‌ی مورد مطالعه باید با توجه به شرایط آب و هوایی متنوع و البته متغیر این منطقه به نحوی الگوی کشت خود را تعیین نمایند که علاوه بر تامین نیازمندی‌های خود و نیز خوراک دام‌ها، مانده‌یی نیز برای فروش در بازار داشته باشند.

جدول (۱). الگوی کشت و دیگر اطلاعات سال زراعی ۱۳۸۸ -۱۳۸۷ دشت ارژن استان فارس

نام گروه	محصولات	سطح زیر کشت (هکتار)	عمل‌کرد (کیلوگرم)	هزینه‌ی تولید در هکتار	قیمت فروش (تن/ریال)	قیمت خرید (تن/ریال)
غلات	گندم آبی	۱۵۰۰	۳۳۶۵	۸۵۰۸۲۱۰	۲۹۶۱۰۰۰	۳۶۷۲۰۰۰
	گندم دیم	۶۵۰۰	۹۰۵	۱۸۱۱۳۸۰	۲۰۰۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰
	شلتوک	۱۳۰	۵۰۰۰	۲۰۴۳۷۳۲۰	۲۱۱۵۳۰۰۰	
گیاهان علوفه‌یی	جو	۳۷۵	۳۰۰۰	۶۷۵۰۵۰۰	۳۷۰۳۰۰۰	۴۲۵۸۰۰۰
	یونجه	۶۵۰	۱۰۰۰۰	۶۷۵۰۵۰۰	۲۹۱۶۰۰۰	۳۴۴۹۰۰۰
	شبدر	۲۰	۷۰۰۰	۶۷۵۰۵۰۰	۲۲۱۳۰۰۰	
دانه‌های روغنی	کلزا	۱۰	۴۰۰	۸۸۶۷۰۷۰	۶۲۰۰۰۰۰	
سبزی و صیفی	سیب‌زمینی	۲۵	۲۵۰۰۰	۲۵۳۶۸۰۷۰	۱۶۶۸۰۰۰	
	پیاز	۵	۴۰۰۰۰	۳۴۲۱۵۸۳۰	۱۶۰۱۰۰۰	
	خیار سبز	۳۰	۳۰۰۰۰	۲۵۲۴۹۳۶۰	۲۶۳۰۰۰۰	
	گوجه‌فرنگی	۵۰۰	۳۵۰۰۰	۴۸۳۰۸۶۸۰	۳۴۹۱۰۰۰	
	انواع سبزیجات	۵۰	۲۵۰۰۰	۱۰۵۲۷۲۰	۳۰۱۹۰۰۰	
	لوبیا سبز	۱۰۰	۱۲۰۰۰	۱۸۵۲۷۲۰	۵۱۸۸۰۰۰	
	کدو	۲۰	۳۰۰۰۰	۱۰۵۲۷۲۰	۳۳۰۶۰۰۰	
	بادمجان	۱۰	۳۲۰۰۰	۱۰۵۲۷۲۰	۲۳۷۳۰۰۰	
حبوبات	انواع لوبیا	۳۰۰	۱۵۰۰	۱۴۵۲۷۲۰	۹۶۴۱۰۰۰	
	عدس	۲۵۰	۱۷۰۰	۸۹۱۸۱۷۰	۱۱۰۰۹۰۰۰	
	نخود	۱۵۰	۱۸۰۰	۸۶۶۰۱۹۰	۹۳۳۱۰۰۰	

ماخذ: سازمان جهاد کشاورزی فارس، ۱۳۸۸ -۱۳۸۷

در این راستا تلاش‌های زیادی توسط محققان صورت پذیرفته است تا بتوان مدل مناسب تصمیم‌گیری در چونین شرایطی را ایجاد نمود. این تلاش‌ها به طور کلی در قالب دو گروه از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی ریسکی قابل تقسیم بندی است که شامل ۱- مدل‌های برنامه‌ریزی تصادفی بدون ارجاع مانند مدل‌های برنامه‌ریزی درجه‌ی دو، تارگت-موتاد، موتاد و مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی با محدودیت شانس و ۲- مدل‌های برنامه‌ریزی تصادفی با ارجاع مانند مدل‌های برنامه‌ریزی تصادفی چند مرحله‌یی (MSMP) است (Hazell & Norton, 1986; McCarl & Spreen, 1997). مدل‌های برنامه‌ریزی تصادفی بدون ارجاع فقط ریسک را در یک مرحله از تصمیم‌گیری لحاظ می‌کند و دیگر شرایط و تصمیمات ریسکی که در فرآیندهای بعدی محتمل است را در نظر نمی‌گیرد. این در حالی است که مدل‌های برنامه‌ریزی تصادفی با ارجاع توالی تصمیمات ریسکی را در سراسر فعالیت‌های بخش کشاورزی متناسب با شرایط و احتمال وقوع آن در نظر می‌گیرد (McCarl & Spreen, 1997).

محققان اقتصادکشاورزی ایران با استفاده از بیش‌تر روش‌های پیش گفته، سعی در مدل‌سازی خطرپذیری در بخش کشاورزی نموده‌اند. بدین منظور می‌توان از مطالعات ترکمانی (۱۳۷۵) ، ترکمانی (۱۳۷۹)، کلایی (۱۳۸۰)، خلیلیان و موسوی (۱۳۸٤)، ترکمانی و شجری (۱۳۸۵) و حسن‌شاهی (۱۳۸۷) نام برد. گفتنی است که تمامی مطالعات گفته شده از مدل‌های بدون ارجاع استفاده نموده و بنابراین منابع ایجاد کننده‌ی ریسک را در مراحل مختلف فعالیت‌های کشاورزی در نظر نگرفته اند. در زمینه‌ی تولید محصولات کشاورزی در دیگر کشورهای جهان نیز می‌توان به مطالعات (Torkamani et al, 1996)، (Darby-Dowman et al, 2000)، (Elshorbagy et al, 2001)، (Ahumada et al, 2009) و (Li et al, 2010) اشاره نمود. این مطالعات با بیان این‌که مدل‌های برنامه‌ریزی خطی قادر به تصمیم‌گیری در شرایط خطرپذیری و عدم قطعیت نیست به این نتیجه می‌رسند که راه رسیدن به دیدگاه‌های واقع‌بینانه در امر تصمیم‌گیری الگوی کشت با استفاده از مدل برنامه‌ریزی تصادفی چند دوره‌یی محقق می‌گردد.

با توجه به مطالعات ذکر شده، در مطالعه‌ی حاضر خطرپذیری در مرحله‌ی تولید و نیز مرحله‌ی خرید و فروش محصولات کشاورزی دشت ارژن استان فارس به‌وسیله‌ی یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی دومرحله‌یی (TSP) تحلیل شد. برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌یی (TSP) برای بهینه‌سازی مسایلی به کار می‌رود که داده‌ها تقریبا نامعلوم است. ایده‌ی اساسی TSP بر مفهوم ارجاع به معنای توانایی اتخاذ فعالیت اصلاحی بعد از رخ دادن یک پدیده‌ی تصادفی است (برگ و لوویاکس، ۱۹۸۸). در حالت وجود عدم حتمیت متغیرهای تصمیم یک مساله‌ی بهینه‌سازی به دو گروه تقسیم می‌شود. متغیرهای مرحله‌ی اول متغیرهایی است که باید قبل از این که مقدار واقعی عواملی نامطمئن حادث شود، انتخاب گردد. به دنبال این که اولین پدیده‌ی تصادفی در مدل ظاهر شد، می‌توان سطوح بهینه‌ی متغیرهای تصمیم را در سطح مشخصی از هزینه‌ها ارتقا بخشید. بنابراین متغیرهای مرحله‌ی دوم را می‌توان به عنوان معیار تصحیح در شرایط عدم حتمیت تعبیر نمود. به خاطر وجود عدم حتمیت هزینه‌ی تصمیمات مرحله‌ی دوم نیز یک متغیر تصادفی است. در این حالت تابع هدف برابر با کم‌ترین مجموع هزینه‌ی مرحله‌ی اول و ارزش انتظاری متغیر تصادفی هزینه‌ی مرحله‌ی دوم می‌گردد (برگ و لوویاکس، ۱۹۹۷; احمد، ۲۰۰۰).

در ادامه‌ی مطلب مدل تصادفی دو مرحله‌یی مورد استفاده در مطالعه از راه بسط مدل برنامه‌ریزی خطی اولیه داده شده است.

روش تحقیق

هدف یک مدل برنامه‌ریزی قطعی یافتن پاسخ برای مدل زیر است:

$$\begin{aligned} &\text{Min} z = c^T x \\ &\text{s.t. } Ax = b, \\ &\quad x \geq 0 \end{aligned} \qquad (۳)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

در این مدل x برداری $(n\times 1)$ است و نمایانگر تصمیم‌ها است. c، A و b ماتریس داده‌ها به‌ترتیب با ابعاد $(n\times 1)$، $(m\times n)$ و $(m\times 1)$، $z=c^T x$ بیانگر ارزش تابع هدف و $\{x|Ax=b, x\geq 0\}$ بیانگر مجموعه‌ی جواب‌های ممکن است. مقدار بهینه‌ی x^* در صورتی که $c^T x\geq c^T x^*$ باشد، جوابی ممکن برای x است. مدل‌های برنامه‌ریزی خطی بیش‌تر به دنبال پاسخی برای کم‌ترین کردن هزینه‌ها با توجه به رفع نیاز از یک سری احتیاجات (مانندا تقاضا) و یا بیش‌ترین کردن سود در شرایط وجود منابع محدود است.

مدل‌های برنامه‌ریزی تصادفی مربوط به تصمیماتی می‌شود که در آن‌ها پاره‌یی از داده‌های برنامه نامطمئن است. برنامه‌ی رجوعی که مرتبط با برنامه‌ریزی ریاضی تصادفی است، برنامه‌یی است که در آن تعدادی از تصمیم‌ها یا فعالیت‌های ارجاعی می‌تواند بعد از رخ دادن پدیده‌ی تصادفی اتخاذ شود. به عبارت بهتر تعدادی از داده‌های برنامه را می‌توان با متغیرهای تصادفی نشان داد. به این ترتیب فرض می‌شود که یک توصیف احتمالی از متغیرهای تصادفی در شرایط وجود توزیع‌های احتمالی و به صورت عمومی‌تر معیارهای احتمالی وجود داشته باشد. ارزش ویژه که متغیرهای تصادفی به خود اختصاص خواهد داد فقط وقتی قابل شناسایی است که پدیده‌ی تصادفی رخ دهد. بدین مفهوم که بردار $\xi=\xi(\omega)$ که در آن ξ نمایه‌ی احتمالات و $\omega\in\Omega$ پدیده‌های تصادفی است، تنها بعد از رخ دادن پدیده‌ی تصادفی آشکار می‌شود. در این حالت مجموعه‌ی تصمیمات به دو گروه قابل تقسیم است: گروه اول مربوط به تعدادی از تصمیمات می‌شود که باید قبل از رخ دادن پدیده‌ی تصادفی اتخاذ شود. تمام این تصمیم‌ها، تصمیم‌های مرحله‌ی اول نام دارد و دوره‌یی که این تصمیم‌ها در آن اتخاذ می‌شود دوره‌ی اول نام می‌گیرد. گروه دوم مربوط به تعدادی از تصمیم‌ها است که بعد از رخ دادن پدیده‌ی تصادفی اتخاذ می‌شود و تصمیم‌های مرحله‌ی دوم نام می‌گیرد و به این ترتیب دوره‌ی مرتبط با آن هم مرحله‌ی دوم نام‌گذاری می‌شود. تصمیم‌های مرحله‌ی اول با بردار x نشان داده می‌شود در حالی که تصمیم‌های مرحله‌ی دوم با بردار y یا $y(\omega)$ و یا حتا $y(\omega,x)$ نشان داده می‌شود. مورد اخیر هنگامی به کار می‌رود که فرد بخواهد تاکید کند که تصمیمات مرحله‌ی دوم متفاوت از تصمیمات مرحله‌ی اول بوده و تابعی از نتیجه‌ی رخ دادن پدیده‌ی تصادفی و

تصمیم‌های مرحله‌ی اول است. بنابراین این توالی پدیده‌ها و تصمیم‌ها را می‌توان به صورت $x \to \xi(\omega) \to y(\omega, x)$ نمایش داد (برگ و لوویاکس، ۱۹۹۷).

در مطالعه‌ی حاضر تصمیم‌های مرحله‌ی اول در ارتباط با کاشت محصول است که در طول فصل پاییز رخ می‌دهد و تصمیم‌های مرحله‌ی دوم شامل خرید و فروش‌های آخر فصل کشاورزی است.

برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌یی کلاسیک با ارجاع ثابت که به‌وسیله‌ی (دانتزیگ، ۱۹۵۵) بیان شد به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} Min\ z &= c^T x + E_{\xi}\left[\min q(\omega)^T y(\omega)\right] \\ s.t.\ & Ax = b \\ & T(\omega)x + Wy(\omega) = h(\omega) \\ & x \geq 0\ ,\ y(\omega) \geq 0 \end{aligned} \qquad (۲)$$

در این روابط به‌ترتیب c^T بردار بازده‌ی برنامه‌یی مدل، T نشان دهنده‌ی تکنولوژی، E_{ξ} امید ریاضی، A ماتریس ضریب‌های فنی، X متغیرهای تصمیم مدل، $Q(x,\xi) = \min\left\{ q^T y | Wy = h - Tx\ ,\ y \geq 0 \right\}$ ارزش تابع هدف با توجه به نمایه‌ی احتمالات، y مجموعه‌ی پاسخ در مرحله‌ی دوم و در نهایت W ماتریس ارجاع است (لی و همکاران، ۲۰۱۰). همان‌طور که بیان شد میان مرحله‌ی اول و دوم تمایز ایجاد شده است. تصمیم‌های مرحله‌ی اول به‌وسیله‌ی بردار x با ابعاد $n_1 \times 1$ نشان داده می‌شود. در نتیجه با توجه به بردارهای مرحله‌ی اول ماتریس‌های c، b و A به ترتیب دارای ابعاد $n_1 \times 1$، $m_1 \times 1$ و $m_1 \times n_1$ است (مک‌کارل و اسپرین، ۱۹۹۷).

در مرحله‌ی دوم تعدادی از پدیده‌های تصادفی $\omega \in \Omega$ حادث می‌شود. وقتی مقدار ω رخ داد، برای هر مقدار معلوم از ω داده‌های مرحله‌ی دوم که شامل $q(\omega)$، $h(\omega)$ و $T(\omega)$ است آشکار می‌شود. در این صورت $q(\omega)$ بردار $n_2 \times 1$ و $h(\omega)$ بردار $m_2 \times 1$ و $T(\omega)$ برداری با ابعاد $m_2 \times n_1$ است که هر یک از اجزای q، T و h یک متغیر تصادفی است. $T_i(\omega)$ i امین ردیف از $T(\omega)$ است. با کنارهم قرار دادن اجزای مرحله‌ی دوم به بردار

$\xi^T(\omega)$ می‌رسیم که در آن $\xi^T(\omega) = (q(\omega)^T, h(\omega)^T, T_1(\omega),..., T_{m_2}(\omega))$ و بیش‌ترین $N = n_2 + m_2 + (m_2 \times n_1)$ جزو می‌تواند داشته باشد.

تابع هدف مدل (۲) شامل جزو قطعی $c^T x$ و هدف انتظاری مرحله‌ی دوم $q(\omega)^T y(\omega)$ (که بعد از رخ دادن پدیده‌ی تصادفی ω آشکار می‌شود) است. جزو اخیر کمی پیچیده‌تر است چرا که برای هر ω ارزش $y(\omega)$ پاسخ مدل برنامه‌ریزی ریاضی است. برای تاکید بر این موضوع گاهی اوقات از علامت‌های معادل قطعیت استفاده می‌شود. به این ترتیب برای هر مقدار حادث شده‌ی ω داریم (لی و همکاران، ۲۰۱۰):

$$Q(x,\xi(\omega)) = \min_y \{q(\omega(^T y | Wy = h(\omega(- T(\omega(\omega, y \geq 0\}$$ (۳)

این رابطه را تابع ارزش مرحله‌ی دوم در نظر می‌گیریم. بنابراین تابع ارزش انتظاری مرحله‌ی دوم

را به صورت زیر تعریف می‌نماییم (لی و همکاران، ۲۰۱۰; مک‌کارل و اسپرین، ۱۹۹۷):

$$Q(x)=E_\xi Q(x\xi(\omega))$$ (٤)

و بنابراین برنامه‌ی معادل قطعیت (DEP) به صورت زیر است (لی و همکاران، ۲۰۱۰):

$$\begin{aligned} &Minz=c^T x+E_\xi Q(x\xi(\omega)) \\ &\quad s.t.\ Ax=b \\ &\quad x\geq 0 \end{aligned}$$ (۵)

این نوع نمایش برنامه‌ریزی تصادفی نشان می‌دهد که تفاوت اصلی برنامه‌ریزی قطعی و تصادفی در تابع ارزش مرحله‌ی دوم آن است.

با توجه به این روی‌کرد و متعاقب مدل شماره‌ی (۵)، فرم گسترده‌ی مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌یی مورد استفاده در این مطالعه به شکل زیر است:

$$
\begin{aligned}
Max \quad & Z = \sum_{k=1}^{K} E_{\xi} Q_j(R_k, \xi) - \sum_{j=1}^{J} E_{\xi} Q_k(Y_j, \xi) - \sum_{i=1}^{I} C_i X_i \\
st \quad & \sum_{i=1}^{I} X_i \le L \\
& \sum_{i=1}^{I} P_i X_i \ge F_i \\
& \sum_{i=1}^{18} AS_i X_i \le B_i(1+PI_i) \\
& \sum_{i=1}^{18} AS_i X_i \ge B_i(1-PD_i) \\
& \sum_{j=1}^{J} Y_j + \sum_{k=1}^{K} R_k \le \sum_{i=1}^{I} X_i \\
& \sum_{i=1}^{I} F_i + \sum_{j=1}^{J} Y_j - \sum_{k=1}^{K=J} R_k \ge Minreq_l \\
& \sum_{j=1}^{J} R_{1j} + \sum_{j=1}^{J} R_{2j} = \sum_{i=1}^{I} F_i \\
& X_i, Y_j, R_k, F_i, Z \ge 0
\end{aligned}
\qquad (٦)
$$

رابطه‌ی (٦) تابع هدف و محدودیت ها را نشان می‌دهد. تابع هدف سود انتظاری که معادل با درآمد انتظاری حاصل از فروش منهای هزینه‌ی انتظاری خرید احتیاجات خانوار و هزینه‌ی قطعی تولید محصولات الگوی کشت است را بیش‌ترین می‌کند. و توابع محدودیت به ترتیب بیان‌گر محدودیت زمین، محدودیت حفظ کم‌ترین سطح تولید محصولات، محدودیت حداکثر سطح زیر کشت هر محصول، محدودیت کم‌ترین سطح زیر کشت هر محصول، محدودیت فروش بیش‌ازنیاز خودمصرفی و محدودیت کم‌ترین نیازمندی‌های خودمصرفی و جیره‌ی دامی است. آخرین رابطه نیز قیدهای مرتبط با مثبت بودن همه‌ی متغیرها در مدل را نشان می دهد.

متغیرهای وارد شده در مدل به شرح زیر است:

X_i: میزان سطح زیر کشت اختصاص یافته به هر محصول (هکتار)

R_{ks}: میزان فروش از هر محصول (تن): R_{ks} , $k = 1, 2, ..., K$

Y_{js}: میزان خرید از هر محصول (تن): Y_{js} , $j = 1, 2, ..., J$

C_i: هزینه‌ی تولید هر محصول (ریال در هکتار)

L: کل سطح زیر کشت (هکتار)

P_i: ضریب فنی عمل‌کرد در واحد سطح محصول (تن در هکتار)

F_i: محدودیت میزان کل تولید (تن)

AS_i: ضریب فنی محدودیت‌های کم‌ترین و حداکثر سطح زیر کشت محصولات

B_i: سطح زیر کشت محصول i ام

PI_i: ضریب درصد مجاز افزایش سطح زیر کشت محصول i ام

PD_i: ضریب درصد مجاز کاهش سطح زیر کشت محصول i ام

$Minreq_i$: کم‌ترین نیاز خودمصرفی

S: سناریوهای لحاظ شده در مدل

داده‌های لازم برای وارد شدن در مدل برنامه‌ریزی تصادفی بالا برای تعیین الگوی کشت بهینه شامل هزینه‌ی تولید (تن بر هکتار) به تفکیک محصولات مختلف، قیمت خرید و قیمت فروش به تفکیک محصولات مختلف، کل سطح زیرکشت، عمل‌کرد محصولات (تن بر هکتار) و میزان خودمصرفی هر یک از محصولات (تن) است. قابل ذکر است که داده‌های فوق از پایگاه اطلاعاتی مربوط به هزینه و تولید محصولات، سازمان جهاد کشاورزی شهرستان شیراز، در دست‌رسی است.

پیش‌بینی آب و هوا در بلند مدت می‌تواند در تصمیمات کشاورزان چه در کاربرد نهاده‌ها و چه در تولید محصولات، بسیار موثر باشد. متاسفانه همان‌طور که بیش‌تر هواشناسان معتقد اند، آب و هوای شش ماه متوالی به سختی قابل پیش‌بینی است به همین دلیل کشاورزان منطقه از میزان عمل‌کرد محصولات که در پایان فصل کشاورزی به ثمر می‌نشیند اطلاعی ندارند، در حالی که در ابتدای فصل باید راجع به میزان سطح زیرکشت هر محصول تصمیم بگیرند. با توجه به شرایط پیش‌گفته تصمیم‌گیری زراعان دشوار است. از طرفی تصمیم‌های مربوط به میزان سطح زیر کشت اختصاص داده شده به هر محصول باید در ابتدای فصل کشاورزی گرفته شود، و از طرف دیگر میزان خرید و فروش‌ها با عمل‌کردها مرتبط است، و آن هم در پایان فصل کشاورزی اتفاق می‌افتد.

محتمل‌ترین حالت این است که فرض نماییم میان عمل‌کرد محصولات مختلف و شرایط متنوع آب و هوایی هم‌بستگی بالایی وجود دارد. بدین ترتیب عمل‌کرد محصولات در سالی که بارندگی مناسبی دارد از متوسط عمل‌کرد منطقه در سال‌های متوالی بیش‌تر است، و در سالی که منطقه با خشک‌سالی مواجه می‌گردد، عمل‌کرد محصولات از میزان متوسط عمل‌کرد منطقه پایین‌تر خواهد بود. برای نشان‌دادن این مفهوم و با در نظر گرفتن الگوی کشت منطقه در سال‌های گذشته، عمل‌کردها با ۳۰٪ نوسان در مدل لحاظ گردید. سه سناریو ($S = 1, 2, 3$) به ترتیب در ارتباط با عمل‌کردهای بالاتر از میانگین، میانگین و زیر میانگین در نظر گرفته‌شد. گفتنی است که احتمال رخ دادن هر سه سناریوی وارد شده در مدل مساوی است. بدون تردید راه‌حل بهینه‌ی برنامه‌ریزی ریاضی تصادفی نسبت به شرایط متفاوت آب و هوایی حساس است چرا که در شرایط ترسالی سطح زیر کشت کم‌تری برای پوشش احتیاجات منطقه مورد نیاز است و سال‌هایی که منطقه با خشک‌سالی مواجه می‌گردد سطح زیر کشت هر یک از محصولاتی که برای خودمصرفی و جیره‌ی دام مصرف می‌شود افزایش می‌یابد.

نتایج و بحث

بررسی نتایج حاصل از برآورد مدل برنامه‌ریزی ریاضی دشت ارژن، نشان داد که در منطقه‌ی مورد نظر، الگوی زراعی فعلی یک الگوی نسبتا بهینه است، ولی هم‌چونان می‌توان با تاکید بر معیارها و ضوابط بهینه‌سازی ترکیب عوامل در فرآیند تولید را برای بیش‌ترین سازی سود بهبود بخشید، به طوری که با تخصیص بهینه‌ی منابع، می‌توان اختلاف میان سود واقعی و سود مدل‌های بهینه را تا حد زیادی کاهش داد. برای تحلیل کوتاه مدت شرایط آب و هوایی و تاثیر آن بر الگوی کشت و بازارگرایی محصولات دشت ارژن در آغاز سه مدل برنامه‌ریزی قطعی برای سه نوع شرایط آب و هوایی خشک‌سالی، سال عادی و ترسالی در نظر گرفته شد. مشاهده گردید که اگر کشاورزان با علم کامل به وضعیت جوی و پی‌آمدهای آن تصمیم‌گیری نمایند سود و میزان خرید و فروش متفاوتی از مدل انتظاری خواهند داشت. ولی این نوع تحلیل کوتاه مدت مناسب شرایط متغیر حاکم بر بخش کشاورزی نیست چرا که همان گونه که

بیان گردید پیش‌بینی شرایط آب و هوایی امری بسیار پیچیده و نادقیق است. بدین منظور مـدل چهارمی در قالب مدل تصادفی دو مرحله‌یی برای تحلیل آثار بلندمدت شرایط آب و هوایی بـر الگوی کشت و میزان خرید و فروش محصولات منطقه در نظر گرفته‌شد.

جدول (۲) نتایج حاصل از تعیین الگوی کشت دشت ارژن استان فارس را با استفاده از مدل برنامه‌ریزی تصادفی نشان می‌دهد.

جدول (۲). الگوی کشت دشت ارژن با استفاده از برنامه ریزی تصادفی

محصولات	سطح زیر کشت مرحله‌ی اول	$s=1$ (بالاتر از میانگین)			$s=2$ (میانگین)			$s=3$ (کم‌تر از میانگین)		
		تولید کل	فروش	خرید	تولید کل	فروش	خرید	تولید کل	فروش	خرید
گندم آبی	۲۰۲۵	۱۰۹۰۲/۶	۵۱۰۰	–	۸۸۵۸/۳۶	۵۰۰۰		۶۸۱۴/۱۳	۴۸۱۴/۱۳	
گندم دیم	۶۵۰۰	۹۴۱۲	۷۴۱۲		۷۶۴۷/۲۵	۵۶۴۷/۲۵		۵۸۸۲/۵	۳۸۸۲/۵	
شلتوک	۱۳۰	۱۰۴۰			۸۴۵			۶۵۰		
جو	۳۷۵	۱۵۰۰	۱۴۵۰		۱۲۱۸/۷۵	۱۱۶۸/۷۵		۹۳۷	۸۸۷/۵	
یونجه	۶۵۰	۱۰۴۰۰	۸۴۰۰		۸۴۵۰	۶۴۵۰		۶۵۰۰	۴۵۰۰	
شبدر	۲۰	۲۲۴			۱۸۲			۱۴۰		
کلزا	۱۰	۶/۴	۶/۴		۵/۲	۵/۲		۴	۴	
سیب‌زمینی	۲۵	۱۰۰۰	۳۷۵	۰	۸۱۲/۵	۱۶۷	۱۱۸۷/۵	۶۲۵		۱۳۷۸
پیاز	۵	۳۲۰			۲۶۰			۲۰۰		
خیار سبز	۳۰	۱۴۴۰			۱۱۷۰			۹۰۰		
گوجه‌فرنگی	۵۰۰	۲۸۰۰۰	۲۵۵۰۰		۲۲۷۵۰	۲۰۲۵۰		۱۷۵۰۰		
سبزیجات	۵۰	۲۰۰۰			۱۶۲۵			۱۲۵۰		
لوبیا سبز	۱۰۰	۱۹۲۰			۱۵۶۰			۱۲۰۰		
کدو	۲۰	۹۶۰			۷۸۰			۶۰۰		
بادمجان	۱۰	۵۱۲			۴۱۶			۳۲۰		
انواع لوبیا	۳۰۰	۷۲۰			۵۸۵			۴۵۰		
عدس	۲۵۰	۴۸۰			۳۹۰			۳۰۰		
نخود	۱۵۰	۴۳۲			۳۵۱			۲۷۰		
سود انتظاری مدل قطعی در شرایط خشک‌سالی		۳۰۲۸۲- میلیون ریال								
سود انتظاری مدل قطعی در سال عادی		۵۱۲۱۸/۴ میلیون ریال								
سود انتظاری مدل قطعی در شرایط ترسالی		۷۹۸۰۳/۳ میلیون ریال								
سود انتظاری مدل تصادفی		۳۳۵۳۶ میلیون ریال								

ماخذ: یافته‌های تحقیق

ستون اول محصولات وارد شده در مدل، و ستون دوم سطح زیر کشت هر محصول است. متغیر مرحله‌ی اول از مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌یی است. در ستون‌های بعدی میزان تولید کل، خرید و فروش هر محصول با توجه به سناریوی مرتبط با آن مشاهده می‌گردد. همان‌گونه که ذکر گردید سناریو سازی بر اساس عمل‌کرد هر محصول انجام پذیرفته و عمل‌کرد هر محصول تابعی از شرایط آب و هوایی در نظر گرفته شده است.

البته سناریوسازی مشابهی نیز در مورد قیمت محصولات در سه حالت مختلف صورت گرفت که نتایجی کاملا مشابه با سناریوهای پیش گفته داشت، و بنابراین در تحلیل به نتایج سناریو سازی بر اساس تغییر عمل‌کرد پرداخته شد. بدین ترتیب سناریوی اول مربوط به دوره‌های تر سالی است که عمل‌کرد محصولات نسبت به میانگین بلندمدت آن ۳۰٪ بیش‌تر است. سناریوی دوم مربوط به زمانی است که آب و هوا عادی و در نتیجه عمل‌کرد محصولات در میزان متوسط بلندمدت است. در نهایت اگر شرایط آب و هوایی مساعد نبود و مانند چند سال اخیر (یا سال کشاورزی مورد مطالعه) خشک‌سالی رخ دهد، عمل‌کرد محصولات نسبت به میزان متوسط بلندمدت ۳۰٪ کم‌تر می‌گردد. با توجه به نتایج سناریوی اول، تولید گندم آبی ۱۰۹۰۲/٦ تن محاسبه گردید و در نتیجه با توجه به میزان خودمصرفی خانواده و دام کشاورزان منطقه، میزان فروش ۵۰۰۰ تن است و هیچ خریدی برای پوشش دادن احتیاجات صورت نمی‌پذیرد. در سناریوی دوم تولید کل و میزان فروش این محصول به‌ترتیب ۸۸۵۸/۳٦ و ۵۱۰۰ تن به‌دست آمده است و بنابراین دوباره هیچ نوع خریدی انجام نمی‌پذیرد.

در نهایت در سناریوی سوم نیز میزان تولید کل و فروش گندم آبی ٦۸۱٤/۱۲ و ٤۸۱٤/۱۲ تن حاصل گردید. در نتیجه سطح زیر کشت محصول گندم آبی با در نظر گرفتن سه سناریو و در نتیجه احتمالات مرتبط با هر یک ۲۰۲۵ هکتار محاسبه گردید. از اعداد مربوط به گندم آبی می‌توان نتیجه گرفت که عمل‌کرد این محصول بسیار تحت شرایط آب و هوایی است و بنابراین تغییر وضعیت اقلیمی منطقه باعث خطرپذیری تولید این محصول مهم می‌شود. در تفسیر تغییر میزان عمل‌کرد، خرید و فروش گندم آبی در سناریوهای مختلف مشاهده می‌گردد که با حرکت از سناریوی اول به سوی سناریوی دوم و در نهایت سناریوی سوم، تولید کل در

سناریوی اول بیش‌تر از سناریوی دوم و در سناریوی دوم بیش‌تر از سناریوی سوم است. در نتیجه میزان فروش محصول بیش‌از نیازمندی‌های منطقه در سناریوی اول بیش‌تر از سناریوی دوم و سوم است. به علاوه، میزان تولید گندم با توجه به سطح زیرکشت، تمام نیاز منطقه به این محصول را برآورده نموده است، و بدین ترتیب میزان خرید گندم آبی در هر سه سناریو صفر می‌شود و در هر سه سناریو کشاورزان منطقه فروشنده‌ی خالص اند.

در رابطه با گندم دیم، سطح زیر کشت بهینه‌ی مدل برنامه‌ریزی تصادفی ٦٥٠٠ هکتار محاسبه گردیده است که با واقعیت کاملاً منطبق است، زیرا همان‌طور که قبلا گفته شد سطح وسیعی از زمین‌های قابل کشت منطقه به تولید گندم دیم اختصاص می‌یابد. تولید کل این محصول در سناریوی اول ٩٤١٢ تن و میزان فروش آن هم ٧٤١٢ تن است و هیچ‌گونه خریدی از این محصول صورت نمی‌پذیرد. در سناریوهای دوم و سوم میزان تولید کل و فروش هر دو کاهش می‌یابد. این نشان دهنده‌ی خطرپذیری تولید این محصول در پاسخ به شرایط متفاوت آب و هوایی است. میزان خرید از این محصول نیز همانند گندم آبی در هر سه سناریو صفر است، بنابراین کشاورزان فروشنده‌ی خالص اند. در مورد محصول شلتوک میزان سطح زیر کشت بهینه ۱۳۰ هکتار محاسبه شده‌است. میزان تولید شلتوک در سناریوی اول ١٠٤٠ تن و در سناریوی دوم و سوم به ترتیب ٨٤٥ و و ٦٥٠ تن محاسبه و نیز مشاهده گردید که که هیچ‌گونه خرید و فروشی از این محصول صورت نپذیرفت و تمامی محصول تولیدی به مصرف منطقه رسید. بنابراین کشاورزان ارتباطی با بازار ندارند و در تولید شلتوک مستقل از بازار عمل می‌نمایند.

جو و یونجه مهم‌ترین نقش را در تامین جیره‌ی دام کشاورزان ایفا می‌نمایند و بنابراین اهمیت فوق العاده‌یی در الگوی کشت دارند. سطح کشت بهینه‌ی این دو محصول به ترتیب ۳۷۵ و ٦٥٠ هکتار محاسبه گردید. در رابطه با محصول جو در سناریوی اول میزان تولید کل ۱۵۰۰ تن است که این میزان در سناریوی دوم و سوم به ترتیب ۱۲۱۸/۷۵ و ۹۳۷ تن است. این میزان تولید در هر سه سناریو به اندازه‌یی است که تمامی احتیاجات منطقه به این محصول را پوشش می‌دهد و مانده‌ی تولید در بازار فروخته می‌شود. وضعیت محصول یونجه نیز به

همین منوال است. مشاهده می‌گردد که میزان تولید کل این محصول در سناریوی اول ۱۰۴۰۰ تن است و در سناریوی دوم و سوم به‌ترتیب به ۸۴۵۰ و ۶۵۰۰ تن می‌رسد. هم‌چونین مشاهده می‌گردد که میزان فروش این محصول از سناریوی ۱ به سناریوی ۳ کاهش می‌یابد. در نهایت می‌توان این نکته را اضافه کرد که کشاورزان منطقه فروشنده‌ی خالص جو و یونجه اند و احتیاجات منطقه را بدون خرید از این دو محصول برطرف می‌نمایند. محصول بعدی شبدر است که سطح زیر کشت آن ۲۰ هکتار محاسبه شده‌است. تولید کل این محصول در سناریوی اول، دوم و سوم به ترتیب ۲۲۴ و ۱۸۲ و ۱۴۰ تن محاسبه گردیده است. از آن‌جایی که این محصول برای تغذیه‌ی دام‌های منطقه کشت می‌شود، تمام محصول تولیدی به مصرف می‌رسد و میزان خرید و فروش صفر است و کشاورزان منطقه خود کفا اند.

کلزا محصولی است که با وجود اهمیت فراوان، در منطقه‌ی دشت ارژن در سطح وسیع کشت نمی‌شود، بنابراین سطح زیر کشت این محصول ۱۰ هکتار محاسبه گردید که منطبق با واقعیت است. تمامی محصول تولیدی به فروش می‌رسد و کشاورزان فروشنده‌ی خالص اند.

سیب زمینی از محصولاتی است که بخش عمده‌ی آن به مصرف منطقه می‌رسد و بقیه‌ی آن فروخته می‌شود. سطح زیر کشت سیب زمینی ۲۵ هکتار است که در سناریوی اول میزان تولید کل و فروش به ترتیب ۱۰۰۰ و ۳۷۵ تن محاسبه گردید و خریدی نیز صورت نمی‌پذیرد. در سناریوی دوم کل تولید تمامی نیاز منطقه را برآورده نمی‌کند و بنابراین ۱۱۸۵/۵ تن خریداری می‌گردد. در آخرین سناریو هیچ‌گونه فروشی انجام نشده و برای تامین نیاز ۱۳۷۸ تن سیب‌زمینی خریداری می‌گردد. نتایج مشابهی نیز برای دیگر محصولات موجود در الگوی کشت منطقه حاصل گردید که در جدول ۲ آورده شده است.

فعالیت‌های کشاورزی شامل یکسری فرآیندهای پیاپی و زنجیر وار است که در نهایت باعث ایجاد ارزش افزوده و درآمد برای کشاورزان می‌گردد. با توجه به این مسئله لحاظ کردن ریسک در هر یک از این مراحل می‌تواند دیدگاه واقعی‌تری نسبت به فرآیندهای کشاورزی ایجاد نماید و از این طریق می‌توان به صورت کارآتری ثبات درآمدی کشاورزان را بررسی کرد. نمونه‌ی آشکار این فرآیندهای پیاپی تصمیم به تولید در مرحله‌ی اول و سپس تصمیم به

فروش مازادها و نیز خرید کمبودها پس از برداشت محصول است. عمل‌کرد خود تابع شرایط اقلیمی غیر قابل کنترل است و رسیدن به آن برای کشاورز خطرپذیر است، بنابراین در مرحله‌ی بعد تصمیم‌های مربوط به خرید و فروش نیز منوط به عمل‌کرد خطرپذیر است، و آن‌ها نیز جنبه‌ی تصادفی پیدا می‌کند. نمونه‌ی بارز چونین پدیده‌یی فعالیت‌های زراعی دشت ارژن استان فارس است. برای تحلیل خطرپذیری در این دشت، الگوی کشت و میزان خرید و فروش محصولات به‌وسیله‌ی یک مدل برنامه‌ریزی تصادفی دو مرحله‌یی بررسی شد. نتایج نشان داد که از مقایسه‌ی سود مدل‌های برنامه‌ریزی قطعی با سود انتظاری مدل تصادفی می‌توان اطلاعات ارزشمندی برای تصمیم سازی سود محور در دو بازه‌ی کوتاه و بلند مدت ارائه نمود. سود حاصل از مدل قطعی در شرایط خشک‌سالی مربوط به افق کوتاه‌مدتی از تصمیم‌گیری است که کشاورزان منطقه با توجه به اطلاعات داده شده از سوی اداره‌ی هواشناسی به طور قطع بدانند که سال کشاورزی خشک و کم بارانی در راه است. در این حالت سود مدل قطعی ۳۰۲۸۲- میلیون ریال حاصل گردید. منفی بودن میزان سود بیان‌گر این واقعیت است که هزینه‌ی خرید نیازمندی‌های کشاورزان دشت مورد بحث بیش‌تر از ارزش فروش آن‌ها است، و بنابراین در شرایط خشک سالی کشاورزان دشت به عنوان خریدار خالص در بازار مطرح اند. هم‌چونین سود مدل قطعی در سال عادی که کشاورزان دقیقا بدانند که شرایط سال کشاورزی پیش رو مطابق با روند بلندمدت خواهدبود ٥١٢١٨/٤ میلیون ریال محاسبه گردید. مثبت شدن میزان سود بیان‌گر تبدیل وضعیت کشاورزان از خریدار خالص به فروشنده‌ی خالص است. در نهایت سود مدل قطعی در شرایط ترسالی نیز ۷۹۸۰۳/۳ میلیون ریال محاسبه گردید. سود انتظاری بلندمدت حاصل از مدل تصادفی ٣٣٥٣٦ میلیون ریال است. این عدد تمامی حالات بالا را پوشش می‌دهد و کاملا قابل اعتماد است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه‌گیری و پیش‌نهادها

همان گونه که مشاهده گردید در کوتاه مدت و در صورت وجود اطلاعات آب و هوایی کامل و درست در حین تصمیم‌گیری، مدل‌های برنامه‌ریزی قطعی دامنه‌یی از بازده‌های برنامه‌یی را به‌دست می‌دهد که در آن منطقه از حالت خریدار خالص بودن به فروشنده‌ی خالص بودن تغییر وضعیت می‌دهد. نتایج مدل تصادفی بیان‌گر ایجاد بازدهی برنامه‌یی کم‌تری از حالت شرایط خوب و عادی است، ولی این پاسخ در بازه‌ی بلندمدت قابل تحلیل است، چرا که جواب اخیر پوشش دهنده‌ی همه‌ی حالت‌ها و تغییرات اقلیمی منطقه است. بنابراین روی‌کرد استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی تصادفی چند مرحله‌یی (به جای مدل‌های بدون ارجاع مرسوم) برای تعیین الگوی کشت و تحلیل تصمیم‌های کشاورزان با ایجاد بستری واقعی‌تر و عملیاتی برای مدیریت درآمد کشاورزان و نیز تنظیم بازار محصولات کشاورزی امکانی را ایجاد می‌کند که در بلند مدت الگوی کشت منطقه همواره و در همه‌ی شرایط آب و هوایی قادر به تامین نیاز خودمصرفی منطقه باشد و نیز مانده‌یی را برای فروش تامین کند.

منابع

ترکمانی، ج. (۱۳۷۵). دخالت دادن ریسک در برنامه‌ریزی اقتصاد کشاورزی: کاربرد برنامه‌ریزی درجه‌ی دوم توام با ریسک، *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۵: ۱۳۰-۱۱۳.

ترکمانی، ج. و عبدشاهی، ع. (۱۳۷۹). استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره‌یی در تعیین الگوی بهینه‌ی کشاورزان، *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۳۲: ۵۰-۳۵.

حسن‌شاهی، م. (۱۳۸۷). الگوی بهینه‌ی (اقتصادی) محصولات زراعی درشرایط وجود ریسک (کاربرد مدل‌های هدف ـ موتاد، موتاد پیش‌رفته، برنامه‌ریزی خطی و درجه‌ی دو) مطالعه‌ی موردی شهرستان ارسنجان، *تحقیقات اقتصادی*، ۸۲: ۸۶-۶۹.

خلیلیان، ص. و موسوی، س. (۱۳۸٤). ارزیابی آثار ریسکی کاربرد سیستم‌های آبیاری تحت فشار: مطالعه‌ی موردی شهرستان شهرکرد. *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه، ویژه‌نامه‌ی کارآیی و بهره‌وری*، ۱۳۸ -۱۱۳.

کلایی، ع. (۱۳۸۰). استفاده از الگوی برنامه‌ریزی چند هدفی توام با مخاطره برای بهبود کارآیی هدف‌ها و الگوهای بهینه‌ی کشت بهره‌برداران کشاورزی، *فصل‌نامه‌ی اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۳٤: ۲٥٤-۲۳۹.

Ahmed, S. (2000). Strategic Planning under Uncertainty: Stochastic Programming Approaches, Ph.D. thesis, University of Illinois, Urbana, IL.

Ahumada, O. and Villalobos, J.R. (2009). Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. European Journal of Operational Research, 195: 1–20.

Birge, J.R and Louveaux, F. (1997). Introduction to stochastic programming. Springer- Verlag New York, Inc.

Birge, J.R. and Louveaux, F.V. (1988). A Multicut Algoritm for Two-Stage Stochastic linear Programs. European Journal of Operational Research, 34: 384-392.

Dantzig, G.B. (1955). Linear programming under uncertainty. Management Science, 1: 197-206.

Darby-Dowman, K., Barker, S., Audsley, E. and Parsons, D. (2000). A two-stage stochastic programming with recourse model for determining robust planting plans in horticulture. Journal of the Operational Research Society, 51: 83-89.

Di Falco, S., Chavas, J.P. and Smale, M. (2007). Farmer management of production risk on degraded lands: the role of wheat variety diversity in the Tigray region, Ethiopia. Agricultural Economics, 36: 147–156

Elshorbagy, W., Lansey, K. and Slack, D. (2001). Optimal sizing of irrigation delivery systems using a two-stage stochastic programming approach. Civil Engineering and Environmental Systems, 18: 331-362.

Just, R. E., Pope, R. D. (2003). Agricultural risk analysis: Adequacy of models, data, and issues. American Journal of Agricultural Economics, 85: 1249-1256.

Li, W., Li, Y.P., Li, C.H. and Huanga, G.H. (2010). An inexact two-stage water management model for planning agricultural irrigation under uncertainty. Agricultural Water Management, 97:1905–1914.

McCarl, B.A and Spreen, T.H. (1997). Applied mathematical programming using algebraic systems. Available at http://agecon2.tamu.edu.

Torkamani, J. and Hardaker, J.B. (1996). A study of economic efficiency of Iranian farmers in Ramjerd district: an application of stochastic programming. Agricultural Economics, 14:73-83.

Vieth, R.G. (1991). An evaluation of selected Decission in northern Thailand. Journal of Agricultural and Applied Economics, 28: 381-391.

Watts, M.J., Held, L. and Helmers, S. (1984). A comparison of MOTAD to target MOTAD. Canadian Journal of Agricultural Economics, 19: 85-175.

Zimet, D.J. and Spreen, T.A. (1986). A Target MOTAD Analysis of a Crop and Livestock Farm in Jefferson Co., Fla. Southern Journal of Agricultural Economics, 18: 175-86.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی