

## الگوی کشت بهینه با توجه به عامل ریسک و استاندارد های برداشت آب شرکت آب منطقه ای کردستان (مطالعه موردی: مزرعه 150 هکتاری در دشت قروه)

رضا فعله گری<sup>1\*</sup>، حسین نوید<sup>2</sup>، سپیده تقی زاده<sup>1</sup>، مصطفی جمشیدی فر<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 89/1/30 تاریخ پذیرش: 89/5/30

1- دانشجویان کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

2- استادیار مکانیک ماشین های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

3- دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبه: [Email: r.fellegari@gmail.com](mailto:r.fellegari@gmail.com)

### چکیده

در مدیریت مزارع بزرگ، به ویژه در شرایط کشت چندمحصولی، به دست آوردن ترکیبی از محصولات که حداکثر درآمد را در پی داشته باشد، به شرط آن که محدودیت های تحمیلی و ریسک فعالیت های گوناگون را نیز در نظر بگیرد همواره از اهمیت ویژه ای برخوردار بوده است. کشاورزان به طور کلی با دو نوع ریسک ناشی از عوامل جوی و اقتصادی مواجه هستند. مدل موتاد- هدف، حالتی از برنامه ریزی ریاضی است که ریسک را وارد تصمیم گیری های مربوط به برنامه ریزی برای فعالیت های مزرعه می کند. ویژگی اصلی این مدل آن است که ریسک به وسیله انحراف منفی از یک مقدار بازده (درآمد ناخالص)، به صورت مجموع حاصل ضرب بازدهی های انتظاری فعالیت های جداگانه محاسبه می شود. دشت قروه یک منطقه مستعد کشاورزی است که در سال های اخیر با مشکل افت سطح آب زیرزمینی روبه رو بوده است. استفاده بی رویه از منابع آب و خشک سالی سال های اخیر، شرکت آب منطقه ای استان کردستان را بر آن داشته است که جهت حفظ منابع آبی، محدودیت هایی برای جلوگیری از اضافه برداشت آب چاه ها اعمال نماید. در این مطالعه، به تجزیه تحلیل الگوی کشت بهینه در شرایط ریسک و در نظر گرفتن محدودیت اعمالی شرکت آب منطقه ای کردستان، در سال زراعی 88-1387 پرداخته شده است. نتایج حاصل نشان دادند در صورتی که زارع از الگوی کشت بهینه در زمان اعمال محدودیت آب استفاده کند در حداکثر ریسک تنها 1980 هزار ریال نسبت به حالتی که محدودیت آب اعمال نشده است، زیان خواهد دید.

واژه های کلیدی: الگوی کشت بهینه، ریسک، دشت قروه، مدل موتاد- هدف، منابع آب.

***Optimum Cropping Pattern Analysis with Risk Factor Consideration and Water Use Standards of Kordistan Regional Water Company (Case Study: 150 Hectares Farm Area in Ghorveh Plain, Iran)***

***R Fellegari<sup>1\*</sup>, H Navid<sup>2</sup>, S Taghizadeh<sup>1</sup> and M Jamshidifar<sup>3</sup>***

*Received: 19 April 2010 Accepted : 21 August 2010*

<sup>1</sup>*MSc Students, Department of Agricultural Machinery, University of Tabriz, Iran*

<sup>2</sup>*Assistant Prof, Department of Agricultural Machinery, University of Tabriz, Iran*

<sup>3</sup>*MSc Student, Department of Agricultural Economics, University of Tabriz, Iran*

*\*Corresponding author: Email: [r.fellegari@gmail.com](mailto:r.fellegari@gmail.com)*

***Abstract***

*In large farms' management, especially under multi-production conditions, obtaining a combination of crop production with maximum income, has always been of prominent importance; especially if compulsive limitations and the risk of various activities has to be considered. Generally, farmers deal with two types of risks, namely, economic and weather. Target-Motad is a kind of mathematical programming model which enters risk in decisions for planning farm activities. The main feature of this model is that the risk for separate activities is calculated by negative deviation of a determined efficiency (gross revenue), as the total product of the expected efficiencies. Ghorveh plain is a suitable agricultural land in which the problem of water surface lessening is encompassed. Recent years' excess usage of water resource and droughts has provoked Kordistan Province Regional Water Company to exert limitations for preventing further excessive water extraction from wells. In this study, the analysis of optimum cropping pattern under risk conditions with considering the exertive limitations is considered. Results show that if the farmers use the optimum cropping pattern in water limitation period, there will be only 1980 thousand Rials loss as compared with the situation where there is no water limitation.*

***Keywords: Ghorveh Farm, Model, Optimum Cropping Pattern, Risk, Target-Motad model, Water resource.***

مقدمه

توسعه به خصوص ایران به سبب در برگرفتن فعالیت

جمع کثیری از جمعیت، جایگاه ویژه ای دارد. رشد روز

بخش کشاورزی در اقتصاد کشورهای در حال

بطوری که در کشورهای جهان سوم تحمل ریسک ناشی از عوامل اقتصادی و طبیعی برای کشاورزان سختتر است. راند هیر و کریشنامورسی (1993) به این نتیجه رسیدند که کشاورزان اکثرا یک درآمد مطمئن، هرچند پایین را، به درآمد بالا و بی ثبات ترجیح میدهند. لین و همکاران (1974) و پاریس (1979) دریافتند که بی توجهی به ریسک در مدل قدیمی برنامه ریزی خطی مزرعه اغلب باعث نتایجی شده که با آنچه کشاورزان در عمل انجام میدهند متفاوت است. به منظور رفع این مشکل و توجه به عامل ریسک، در برنامه بهینه مزرعه مدل‌های متعددی ارائه و استفاده شده است، که از آن جمله میتوان مدل موتاد<sup>1</sup>، برنامه ریزی غیر خطی، مدل ریسک نهایی محدود شده، مدل فوکوس-لاس<sup>2</sup>، مدل موتاد-پیشرفته و مدل موتاد-هدف<sup>3</sup> اشاره نمود. مدل موتاد-هدف در دو دهه اخیر برای تعیین الگوی بهینه کشت بطور گسترده استفاده شده است، بطوری که محققینی چون کهخا و همکاران (2005) برای تحلیل ریسک در مزارع استان فارس با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریسکی و دانشور کاخکی و همکاران (2009) برای الگوی کشت دانه‌های روغنی از مدل موتاد-هدف سود جست‌ه‌اند.

دشت چهاردولی قروه یک منطقه کشاورزی مستعد است که درآمد مردم آن از کشاورزی و تا حدودی دامداری تأمین می‌شود و این قابلیت موجبات تمرکز جمعیت در روستاهای چهاردولی را فراهم آورده است. از مهمترین محصولات کشاورزی دشت چهاردولی قروه می‌توان به گندم، جو، سیب زمینی، کلزا و ذرت علوفه‌ای اشاره نمود. از مشکلات این دشت تشدید روند افت سطح آب‌های زیرزمینی و کاهش حجم ذخایر آبی است. براساس آخرین آمار و اندازه‌گیری‌های انجام شده‌ی ماهانه، چاه‌های مشاهده‌ای در چهاردولی 10

افزون جمعیت و محدودیت منابع موجود، بشر را وادار ساخته است تا با چاره‌اندیشی صحیح، مدیریت بهینه منابع را به عنوان یکی از راهکارهای اساسی در تخصیص منابع به بهترین صورت ممکن به کارگیرد تا با تخصیص بهینه منابع محدود به نیازهای نامحدود بشری پاسخ دهد. برای داشتن منابعی پایدار در کشاورزی ضرورت است که با انتخاب یک الگوی مناسب کشت که در آن علاوه بر داشتن شرط حداکثر درآمد ممکن برای کشاورز به استفاده صحیح و اصولی از منابع نیز توجه شود. جهت تعیین الگوی کشت از دهه 1960 تاکنون بطور وسیعی از برنامه‌ریزی خطی استفاده شده است. هدف برنامه‌ریزی خطی به حداکثر رساندن تابع هدف با در نظر گرفتن تعدادی از محدودیت‌ها (منابع) و متغیرهای تصمیم (فعالیتها) بطور همزمان می‌باشد (چیزری و قاسمی 1378). سینگ و سینگ (1999) بیشینه سازی تولید و سود را با برنامه ریزی بهینه کشت در یک مطالعه موردی در ماهی کوماند هندوستان بررسی کردند. نتایج تحقیق نشان داد که برنامه ریزی کشت در سطح منطقه تولیدات را از 60 تا 96 درصد و درآمد خالص را از 23 تا 26 درصد افزایش داده است. غلامی (1382) به تعیین تناوب زراعی بهینه با استفاده از برنامه ریزی خطی با هدف تعیین الگوی بهینه تناوب زراعی برای به دست آوردن درآمد خالص و مقایسه آن با وضع موجود، در مزرعه-ای 110 هکتاری در شهرستان بجنورد پرداخت. فعالیت در بخش کشاورزی به علت اتکای زیاد به طبیعت و وابستگی آن به عوامل و شرایط جوی و محیطی، فعالیتی همراه با ریسک محسوب شده و علاوه بر آن کشاورزان با مجموعه‌ای از انواع ریسک و عدم قطعیت در قیمت محصولات مواجه‌اند که درآمد آن‌ها را بی ثبات می‌کند (ویس 1991، بی‌نام 2007). ترکمانی (1996) از تحقیقات خود نتیجه گرفت که شدت ریسک معمولا رابطه منفی با سطح توسعه کشورها دارد،

<sup>1</sup>MOTAD<sup>2</sup>Focus- Loss<sup>3</sup>Target Motad

واریانس درآمد از حداقل انحرافات مطلق ( $MAD$ )<sup>2</sup> بازده محصولات از میانگین استفاده می‌گردد. حداقل شدن مجموع انحرافات منفی بازده ناخالص فعالیت‌ها در هر سال از میانگین بازده‌های آن، بر این فرض استوار است که زارع ترجیحات خود را با توجه به میانگین درآمد انتظاری و واریانس درآمد طرح‌های مختلف درجه بندی می‌کند (تاوور ۱۹۸۳). در حالی که بعضی اوقات زارع در تصمیم‌گیری، کمترین درآمد مورد انتظار را جهت رفع نیازهای ضروری خود و خانواده خویش، بازپرداخت وام و همچنین حفظ موقعیت اقتصادی خویش در نظر می‌گیرد و لذا بجای حداقل نمودن واریانس درآمد هر سطح از درآمد انتظاری، به دنبال حداکثر کردن درآمد انتظاری خویش در هر سطح مشخص از واریانس درآمد می‌باشد. به عبارت دیگر هر زارع سعی می‌کند تا با توجه به درجه ریسک یا خطر پذیری خویش، به حداکثر نمودن درآمد انتظاری خود بپردازد. بر این اساس تاوور (۱۹۸۳) مدل موتاد-هدف را ارائه نمود که در آن درآمد مورد انتظار هر طرح به شرط محدودیت روی انحرافات کل از یک هدف درآمدی ثابت، ماکزیمم می‌گردد. به عبارت دیگر، در این مدل ریسک بجای انحرافات منفی از میانگین، برحسب انحرافات منفی از یک هدف درآمدی ثابت اندازه‌گیری می‌شود. مزیت مدل تارگت موتاد بر مدل موتاد در این است که میانگین درآمد، نیازهای اساسی خانوار زارع را به طور کامل تامین نمی‌کند در حالی که درآمدهای هدف این قابلیت را دارا می‌باشد (ترکمانی و عبدشاهی ۱۳۷۹). بنابراین میتوان گفت مدل موتاد-هدف، حالتی از برنامه ریزی ریاضی است که ریسک را وارد تصمیم‌گیری‌های مربوط به برنامه ریزی برای فعالیتهای مزرعه می‌کند.

متر نسبت به سال پایه مطالعات (۷۷-۱۳۷۶) افت سطح آب داشته اند، یعنی به طور متوسط، کسری حجم مخزن معادل ۲۵ میلیون متر مکعب در سال بوده است که در شرایط بحرانی قرار دارد (بی‌نام ۱۳۸۷). استفاده بی رویه از منابع آب و خشکسالی سالهای اخیر شرکت آب منطقه‌ای استان کردستان را برآن داشته است که جهت حفظ منابع آبی، محدودیت‌هایی برای جلوگیری از اضافه برداشت آب چاه‌ها اعمال نماید. یکی از راهکارهایی که شرکت برای این منظور ارائه کرده است، خرید و نصب کنتورهای هوشمند آب و برق است که در طول شبانه روز دبی آب برداشتی را کنترل می‌کند.

هدف پژوهش حاضر بررسی اثرات ریسک و کمبود نهاده‌های تولید به ویژه محدودیت جدی آب است، که توسط شرکت آب منطقه‌ای کردستان اعمال شده است، و استفاده از روش برنامه ریزی توام با ریسک در طراحی الگوی کشت زراعی برای یک مزرعه ۱۵۰ هکتاری در روستای دزج بخش چهاردولی است. همچنین مقایسه‌ای بین الگوی کشت بهینه قبل و بعد از محدودیت منابع آب اعمال شده توسط شرکت آب منطقه‌ای کردستان، انجام شده و زیان وارده محاسبه گردیده است.

## مواد و روش‌ها

### مبانی نظری روش تحقیق

روش موتاد تقریبی خطی از روش برنامه‌ریزی درجه دوم توام با ریسک ( $QRP$ )<sup>1</sup> است که نخستین بار توسط هیزل در سال ۱۹۷۱ ارائه گردید (فروتن ۱۳۸۱). در این روش، جهت تعیین ریسک هر طرح، بجای

<sup>2</sup>Mean Absolute Deviation

<sup>1</sup>Quadratic Risk Programming

انحراف از هدف است (خلیلیان و موسوی 1383). در این فرمول تابع هدف، بازده مورد انتظار را حداکثر می کند. معادله 1 محدودیت های تکنیکی را لحاظ می نماید و معادله 2 درآمد را در حالت ریسک اندازه گیری می کند و در صورتی که کمتر از  $T$  باشد، از طریق  $Y$  مربوط، به معادله 3 انتقال می یابد. معادله 3 نیز مجموع انحرافات منفی را بعد از وزن دادن، بر اساس احتمال وقوع آنها ( $P$ ) اندازه گیری میکند. این فرمول - بندی، مجموعه جواب های کارای  $\lambda$  (ریسک) و  $E$  (بازده) را برای مقدار معینی از درآمد هدف ایجاد می کند. از آنجا که مدل موتاد- هدف، تابع هدف و محدودیت های خطی دارد با الگوریتم برنامه ریزی خطی قابل حل است. چون کشاورزان یا تصمیم گیرندگان اغلب تمایل دارند بازده خود را حداکثر کنند، استفاده از مدل موتاد- هدف می تواند بسیار مفید باشد. از جمله امتیازات مهم دیگر مدل، این است که پاسخهای آن از نوع تصادفی درجه دوم ( $SSD$ ) است، یعنی برای تصمیم گیرندگان ریسک گریز به طور تصادفی، کارا هستند. روش موتاد- هدف این نقص را دارد که در آن  $\lambda$  و  $T$  هر دو باید مشخص شوند، اگر چه این کار امکانپذیر و برطرف شدنی است. از سوی دیگر، مدل موتاد- هدف برای آزمون مبادلات ریسک - بازده<sup>1</sup> نسبت به سایر روشها پذیرفتنی تر است (سلطانی و همکاران 1378).

محدودیت های در نظر گرفته برای مزرعه شامل زمین، آب (پاییزه، بهاره، تابستانه)، ماشین آلات (پاییزه و بهاره)، سرمایه و نیروی کار (پاییزه و بهاره) می باشد.

این پژوهش در دو مرحله انجام گرفت. الف- استفاده از مدل برنامه ریزی توام با ریسک، بدون در نظر گرفتن محدودیت اعمالی شرکت آب منطقه ای کردستان. ب- استفاده از مدل برنامه ریزی توام با

تابع مطلوبیت فرض شده برای مدل موتاد- هدف به شکل زیر است:

$$U = a + bz + c \min(z - t) \quad [1]$$

که در آن  $t$  و  $z$  سطح درآمد هدفاند. از آنجا که تابع مطلوبیت بالا، صعودی و مقعر در  $z$  (و شکسته شده در  $t$ ) است، پس فرد مورد نظر ریسک گریز است. می توان به بیان دیگر نیز تابع مطلوبیت را به صورت رابطه 2 تعریف کرد:

$$U(z) = a + bz + c(z - t) \quad \text{اگر } z \leq T \quad [2]$$

$$U = a + \bar{c} \quad \text{اگر } z > T \quad [3]$$

که در آن  $\bar{c}$  و  $a$ ، ضرایب تابع و بزرگتر از صفر، درآمد مورد هدف و  $z$  متغیر تصادفی میباشد. این تابع، تصمیم گیرنده ای را توصیف میکند که نسبت به بازده کمتر از  $T$  ریسک گریز است اما نسبت به بازده بالاتر از  $T$  بی اعتناست (کرباسی 1379).

این مدل را به طور خلاصه به صورت رابطه 4 می توان نمایش داد.

$$\text{Maximize } E(z) = \sum_{i=1}^n G_i X_i \quad [4]$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i$$

$$T - \sum_{j=1}^n G_{hj} X_j - Y_h \leq 0$$

$$\sum_{h=1}^c P_h Y_h = 1$$

$$X_j, Y_h \geq 0$$

$$(h=1,2,\dots,s)$$

که در آن  $E(z)$  بازده برنامه های انتظاری،  $G_i$  بازده انتظاری فعالیت  $j$  ام،  $P_h$  احتمال وقوع پیشامد در حالت یا سال  $h$  و  $\lambda$  پارامتر ریسک است. مقدار  $T$  نیز درآمد خالص کل یا همان هدف مورد انتظار و  $Y$  میانگین

<sup>1</sup>Risk-Return

تا هفتم نیز شامل درآمد ناخالص هر فعالیت در سال- های مختلف می‌باشد.

در مدل موتاد- هدف، که ضرایب آن در جدول شماره ۱ آمده است، محدودیت‌های منابع نسبت به مدل برنامه‌ریزی خطی معمولی تغییری نکرده است. اما از آنجا که هدف مدل حداکثر کردن کل بازده انتظاری طرح است، لذا مقادیر بازده انتظاری هر رشته فعالیت در تابع هدف وارد شده است. از طرفی با فرض احتمال یکسان

برای وقوع در سالهای مختلف، مقدار  $P_r = \frac{1}{7}$  قرار داده شده است.  $\mu$  نیز نمایانگر مجموع حاصل ضرب انحرافات منفی در احتمال وقوع آنهاست که همان ریسک طرح محسوب می‌شود. لذا در مدل موتاد- هدف می‌توان با تغییر پارامترهای بازده هدف ( $T$ ) در سال- های مختلف و ریسک طرح ( $\mu$ )، به طرح‌های بهینه مختلفی در سطوح گوناگون ریسک و بازده دست یافت. اضافه بر آن، با ثابت نگهداشتن یکی از پارامترها برای مثال  $T$  و تغییر پارامتر دیگر مثلاً  $\mu$  می‌توان طرح‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کرد. به این منظور، ابتدا بازده انتظاری در حد معینی ثابت شد و سپس با افزایش ریسک طرح (افزایش  $\mu$  از صفر تا عددی بزرگ) الگوهای بهینه آزمون گردید و الگوهای بهینه فراوانی بدست آمده که جهت مقایسه، ۶ طرح آن در جدول ۳ ارائه گردیده است. مدل برنامه ریزی خطی را می‌توان با حذف سطرهای سوم و چهارم مدل موتاد- هدف به دست آورد. با حذف محدودیت

$$\sum_{h=1} P_h Y_h = I \quad \text{و} \quad T - \sum_{j=1} G_{hj} X_j - Y_h \leq 0$$

مدل برنامه ریزی خطی ساده دست یافتیم.

ریسک، با در نظر گرفتن محدودیت اعمالی شرکت آب منطقه‌ای کردستان.

الف- تعیین الگوی کشت با مدل‌های توام با ریسک و تعیین اثر ریسک بر تصمیم‌گیری

براساس مدل موتاد- هدف ارائه شده در قسمت قبل، الگوی بهینه کشت با توجه به ریسک تولید تعیین گردید. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، متغیرهای تصمیم در مدل موتاد- هدف در برگیرنده پنج متغیر، بترتیب فعالیت‌های کشت گندم، جو، ذرت علوفه‌ای، سیب زمینی و کلزا مربوط به سالهای ۸۸- ۱۳۸۲ می‌باشند.

در مدل موتاد- هدف، هدف حداکثر کردن درآمد انتظاری کل طرح در هر سطح مشخص از ریسک می‌باشد. مدل موجود شامل پنج محدودیت مربوط به موجودی منابع قابل دسترس می‌باشد که عبارتند از محدودیت‌های زمین، آب، سرمایه، نیروی کار و ماشین- آلات که محدودیت‌های آب، نیروی کار و ماشین‌آلات به چند بخش که بیانگر زمان‌های بحرانی نیاز محصولات به این منابع است، تقسیم شده‌اند. برای مثال محدودیت آب در منطقه در سه زمان حساس یعنی اوایل پاییز (۵ مهر تا ۱۵ آبان)، اواخر بهار (۱۵ اردیبهشت تا آخر خرداد) و اوایل تابستان (۱ تیر تا ۱۵ مرداد) مشاهده گردید که دلیل آن نوع کشت غالب منطقه بوده است. همچنین محصول جو به دلیل خاصیت ترمیمی زمین- های شور و درآمد نسبتاً خوب در الگوی کشت قرار می‌گیرد و مدیر مزرعه حداقل ۲۰ هکتار را برای شوری زدایی از زمین‌ها به کاشت این محصول اختصاص می‌دهد. ضرایب مربوط به این محدودیت‌ها بیانگر نیاز یک هکتار کشت هر محصول به این منابع می‌باشد و اعداد سمت راست هر یک بیانگر حداکثر منابع در دسترس می‌باشد. محدودیت‌های مربوط به سال‌های اول

| طرف  | سال | سال | سال | سال | سال | سال | سال | سال | کلزا | سیب زمینی | ذرت علوفه‌ای | جو | گندم |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----------|--------------|----|------|
| راست | ۱   | ۲   | ۳   | ۴   | ۵   | ۶   | ۷   |     |      |           |              |    |      |

|                            |       |       |       |        |        |      |      |      |      |      |      |      |      |               |
|----------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| تابع هدف                   | 1015  | 810   | 680   | 3000   | 840    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $max$         |
| بازده انتظاری              | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0/14 | 0/14 | 0/14 | 0/14 | 0/14 | 0/14 | 0/14 | 0/14 | $= \lambda$   |
| زمین                       | 1     | 1     | 1     | 1      | 1      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\leq 150$    |
| آب پاییزه ( $M^3$ )        | 1334  | 1208  | 0     | 0      | 1216   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\leq 145800$ |
| آب بهاره ( $M^3$ )         | 4002  | 2416  | 0     | 1624   | 2432   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\leq 236520$ |
| آب تابستانه ( $M^3$ )      | 667   | 0     | 4650  | 6504   | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\leq 291600$ |
| ماشین آلات پاییزه (ساعت)   | 4/1   | 4     | 0     | 0      | 3.9    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\leq 300$    |
| ماشین آلات بهاره (ساعت)    | 0     | 0     | 0     | 4/8    | 5      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\leq 281$    |
| سرمایه                     | 485   | 415   | 495   | 2132   | 485    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\leq 105000$ |
| نیروی کار پاییزه (نفر-روز) | 5     | 5     | 1     | 1      | 4      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\leq 450$    |
| نیروی کار بهاره (نفر-روز)  | 12    | 9     | 16    | 49     | 8      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\leq 1440$   |
| جو                         | 0     | 1     | 0     | 0      | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\geq 20$     |
| سال اول                    | 377/0 | 414/6 | 380/1 | 1037   | 340/7  | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\geq T$      |
| سال دوم                    | 388   | 471/5 | 390/1 | 1925/0 | 380/7  | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\geq T$      |
| سال سوم                    | 457/1 | 504/9 | 432/1 | 784/2  | 412/4  | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\geq T$      |
| سال چهارم                  | 433/4 | 532/7 | 450/1 | 513/8  | 495/4  | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 0    | $\geq T$      |
| سال پنجم                   | 652/9 | 532/1 | 510/7 | 3140/3 | 579/7  | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | $\geq T$      |
| سال ششم                    | 699/1 | 600   | 630   | 4952   | 606/82 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | $\geq T$      |
| سال هفتم                   | 896/5 | 900   | 875   | -256/2 | 800    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | $\geq T$      |

جدول 1- ماتریس مدل مواتد- هدف

الف- نتایج حاصله از حل مدل، با منظور کردن درآمد و ریسک‌های متفاوت در جدول 2 ارائه شده است. همان‌طور که از جدول استنباط می‌شود با افزایش ریسک از 0 تا 1590000 تومان، سطح زیر کشت محصولات

محصولات با ریسک بیشتر مانند سیب زمینی می‌شوند و با افزایش درآمد انتظاری طرح این روند شدت بیشتری پیدا می‌کند.

طبق جدول ۲، کشاورز در شرایط موجود ۱۵ هکتار کلزا زیر کشت می‌برد اما با استفاده از الگوی بهینه کشت بدون در نظر گرفتن محدودیت اعمالی آب، کلزا بتدریج با زیاد شدن میزان ریسک از الگو خارج می‌گردد اما با در نظر گرفتن محدودیت آب در جدول ۳ مشاهده می‌شود که کلزا به دلیل استفاده کمتر از آب در الگوی کشت وارد می‌شود و سطح زیر کشت آن به ۳۰/۹ خواهد رسید.

همچنین در وضع موجود کشاورز اقدام به کشت ۳۵ هکتار گندم می‌کند که ناشی از ریسک کم این محصول و نبود محدودیت اعمالی شرکت آب منطقه ای است. اما با اعمال محدودیت جدید آب، به دلیل نیاز آبی بیشتر، کشت گندم کاهش می‌یابد و حتی در ریسک‌های بالا هم سطح زیرکشت ثابت باقی خواهد ماند که این امر به دلیل جایگزینی گندم با کلزا به دلیل نیاز آبی کم و سیب زمینی به دلیل درآمد بیشتر می‌باشد.

در جدول شماره ۴ به مقایسه روش برنامه ریزی خطی با مدل موتاد- هدف پرداخته شده است. با توجه به نتایج، مشاهده می‌شود هنگامی که ریسک در بالاترین میزان خود قرار دارد، در هر دو مدل (با محدودیت وبدون محدودیت) جواب بدست آمده در درآمدهای انتظاری گوناگون با جواب برنامه ریزی خطی برابر است. بنابراین می‌توان گفت مدل برنامه ریزی خطی حالت خاصی از مدل‌های برنامه ریزی توام با ریسک است که بالاترین ریسک را دارد. به عبارت دیگر، مدل برنامه ریزی خطی، الگویی ارائه می‌دهد که ریسک آن در بالاترین حد ممکن است. این امر به دلیل فرض‌های این نوع مدل همچون ثابت ماندن قیمت محصولات، هزینه نهاده‌ها و خطی بودن روابط میان متغیر هاست (ترکمانی ۱۳۷۵).

تغییر می‌کند و سود نیز افزایش می‌یابد. ولی با افزایش ریسک از ۱۵۹۰۰۰۰ تومان، سطح زیر کشت ثابت و سود نیز در مقدار ۱۰۷۹۸۵۰۰۰ تومان تثبیت می‌شود که این مقدار بالاترین سودی که در هر درآمد انتظاری و در مقادیر مختلف ریسک با این نهاده‌ها، می‌توان بدست آورد. شکل ۱ و ۲ نیز رابطه بین ریسک و سود ناخالص را در دو سطح درآمد انتظاری نشان می‌دهد. شیب تا ریسک ۱۵۰۰۰۰ تومان تند است، در ادامه ملایم تر می‌شود و در نهایت در سود ۱۰۷۹۸۵۰۰۰ تومان ثابت می‌شود.

ب- چنانچه مشاهده می‌گردد جدول ۳ مربوط به حالتی است که محدودیت منابع آب شرکت منطقه‌ای اعمال نشده است. براساس نتایج حاصله، در درآمد انتظاری ۴۸۰۰۰۰۰۰ تومان و ریسک ۱۵۹۰۰۰۰۰ تومان تفاوتی با حالتی که آب دارای محدودیت است وجود ندارد. ولی از این به بعد کشاورز با ریسک‌پذیری می‌تواند به سود بیشتری دست یابد و تا ریسک ۲۴۶۰۰۰۰۰ تومان، با افزایش ریسک سود بیشتر خواهد شد و بعد از این نقطه با هر میزان ریسک، سود ثابت خواهد ماند. در درآمد انتظاری ۸۵۰۰۰۰۰۰ تومان نیز همین روند مشاهده می‌شود و تا ریسک ۲۴۷۵۰۰۰۰ تومان تفاوتی بین برقراری محدودیت و عدم برقراری محدودیت وجود ندارد، ولی از این سطح ریسک به بعد شاهد سود بیشتری در جدول ۳ خواهیم بود، که تا ریسک ۲۵۳۷۰۰۰۰۰ تومان ادامه خواهد داشت و بعد از آن هر چه به مقدار ریسک اضافه کنیم سود ثابت و الگوی بهینه کشت تغییری نخواهد کرد. همچنین مشاهده می‌شود در صورت استفاده از الگوی کشت بهینه کشاورز سود بیشتری به میزان ۱۲۹۰۲۰۰۰ تومان نسبت به وضع موجود خواهد داشت. با افزایش  $\lambda$  مشاهده می‌شود که محصولات با ریسک کمتر مثل گندم، جایگزین



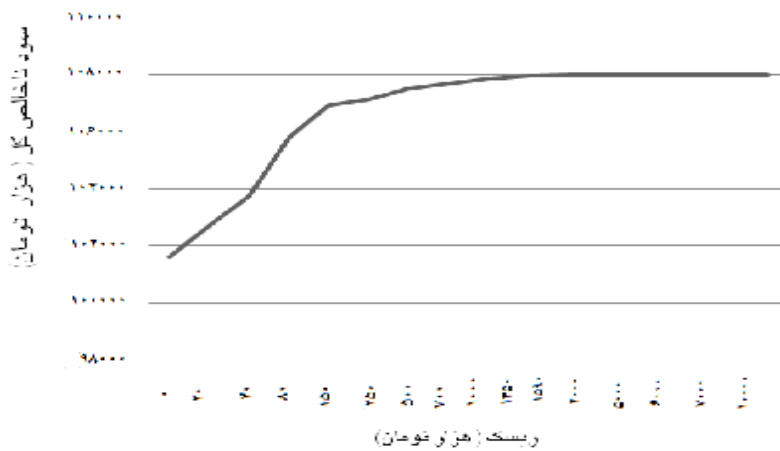
در مجموع با توجه به جداول 3 و 4 می‌توان گفت که اگر از نهاده‌ها در جهت الگوی بهینه کشت استفاده شود علاوه بر افزایش سود در مزرعه مورد نظر، به دلیل استفاده مناسب از منابع کمیاب به خصوص آب، محدودیت اعمالی تاثیر زیادی بر میزان سطح زیر کشت محصولات در سطوح ریسکی پایین نخواهد داشت و تنها اگر کشاورز حاضر به انجام ریسک‌های بالا در تولید باشد، و حداکثر درآمد ممکن را بخواهد محدودیت اعمالی آب می‌تواند موجب کاهش سود کل به مقدار 198 هزار تومان گردد که با توجه به اثرات مفید این طرح در حفظ منابع آب زیرزمینی این مقدار کاهش سود توجیه‌پذیر به نظر می‌رسد. بنابراین راهکار شرکت مبنی بر خرید و نصب کنتورهای هوشمند آب و برق که در طول شبانه روز دبی آب برداشتی را کنترل می‌کند، برای حفظ و توسعه وضعیت کشاورزی در منطقه چهاردولی کاری منطقی و سودمند به نظر می‌رسد.

#### پیشنهادهات

- 1- بالا بردن سطح آگاهی کشاورزان در مورد پایداری منابع آب برای سهولت پذیرش کنتورهای هوشمند آب.
- 2- معرفی محصولات و واریته‌های جدید توسط جهاد کشاورزی با نیاز آبی کمتر و سود مناسب برای قرار گرفتن در الگوی کشت.
- 3- برگزاری کلاس‌های ترویجی جهت آشنایی کشاورزان با روش‌های نوین آبیاری برای صرفه جویی در مصرف آب بدون کاهش در سود.
- 4- ایجاد صنایع تبدیلی و ساخت سردخانه برای کاهش ریسک و امکان کشت محصولات دیگر.

جدول 2- الگوی بهینه کشت با در نظر گرفتن محدودیت آب اعمالی شرکت آب منطقه‌ای (هزار تومان)

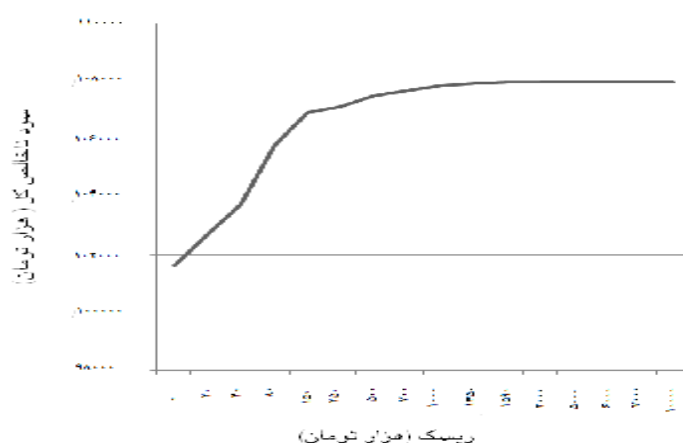
| $T=85000$       | $T=85000$       | $T=85000$       | $T=48000$      | $T=48000$      | $T=48000$      | درآمد انتظاری |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| $\lambda=25370$ | $\lambda=24750$ | $\lambda=20000$ | $\lambda=2460$ | $\lambda=1590$ | $\lambda=1200$ | ریسک          |
| 24/2            | 24/2            | 0               | 24/2           | 24/2           | 12             | گندم          |
| 20              | 20              | 75              | 20             | 20             | 20             | جو            |
| 0               | 0               | 6/4             | 0              | 0              | 0              | ذرت           |
| 14/7            | 14/7            | 13/4            | 14/7           | 14/7           | 15/6           | سیب زمینی     |
| 30/9            | 30/9            | 0               | 30/9           | 30/9           | 43/7           | کلزا          |
| 107985          | 107985          | 104912          | 107985         | 107985         | 107902         | بازده طرح     |



شکل ۶ - رابطه ریسک و سود ناخالص کل با در نظر گرفتن محدودیت آب  
اعمالی در درآمد انتظاری ۴۸۰۰۰ (هزار تومان)

جدول 3- الگوی بهینه کشت بدون در نظر گرفتن محدودیت آب اعمالی شرکت آب منطقه‌ای (هزار تومان)

| $T=85000$       | $T=85000$       | $T=85000$       | $T=48000$      | $T=48000$      | $T=48000$      | وضع موجود | درآمد انتظاری |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|---------------|
| $\lambda=25370$ | $\lambda=24750$ | $\lambda=20000$ | $\lambda=2460$ | $\lambda=1590$ | $\lambda=1200$ | -         | ریسک          |
| 53/6            | 38/5            | 0               | 53/6           | 24/9           | 12             | 35        | گندم          |
| 20              | 20              | 75              | 20             | 20             | 20             | 20        | جو            |
| 0               | 0               | 6/4             | 0              | 0              | 0              | 3         | ذرت           |
| 12/5            | 13/6            | 13/4            | 12/5           | 14/6           | 15/6           | 10        | سیب زمینی     |
| 0               | 15/8            | 0               | 0              | 30/2           | 43/7           | 15        | کلزا          |
| 108183          | 108081          | 104912          | 108183         | 107913         | 107902         | 95000     | بازده طرح     |



شکل ۲- رابطه ریسک و سود ناخالص کل یا در نظر گرفتن محدودیت آب  
اعمالی در آمد انتظاری ۸۵۰۰۰ (هزار تومان)

جدول ۴- مقایسه برنامه ریزی خطی با روش موتاد- هدف

| رشته فعالیت | برنامه ریزی خطی با در نظر گرفتن محدودیت اعمالی آب | موتاد- هدف با در نظر گرفتن محدودیت اعمالی آب | برنامه ریزی خطی بدون در نظر گرفتن محدودیت اعمالی آب | موتاد- هدف بدون در نظر گرفتن محدودیت اعمالی آب |
|-------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| گندم        | 24/2                                              | 24/2                                         | 53/6                                                | 53/6                                           |
| جو          | 20                                                | 20                                           | 20                                                  | 20                                             |
| ذرت         | 0                                                 | 0                                            | 0                                                   | 0                                              |
| سیب زمینی   | 14/7                                              | 14/7                                         | 12/5                                                | 12/5                                           |
| کلزا        | 30/9                                              | 30/9                                         | 0                                                   | 0                                              |
| بازده طرح   | 107985                                            | 107985                                       | 108183                                              | 108183                                         |

#### منابع مورد استفاده

بی نام، 1387. گزارش سالانه شرکت آب منطقه‌ای کردستان.

ترکمانی ج، 1375. تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت، کاربرد روش برنامه‌ریزی مطلوبیت انتظاری مستقیم، ص 152 تا 165 چکیده مقالات اولین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زابل.

ترکمانی ج و عبدشاهی ع، 1379. استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره‌ای در تعیین الگوی بهینه کشاورزان. فصلنامه علمی- پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هشتم، شماره 32، صفحه‌های 35 تا 55.

خلیلیان ص و موسوی س، 1383. ارزیابی ریسکی کاربرد سیستم‌های آبیاری تحت فشار: مطالعه موردی شهرستان شهرکرد، صفحه‌های 85 تا 90 مجموعه مقالات اولین کنفرانس مدیریت منابع آب، دانشکده فنی دانشگاه تهران.

- چیزی ا و قاسمی ع، 1378. کاربرد برنامه ریزی ریاضی در تعیین الگوی کشت محصولات زراعی. فصلنامه علمی - پژوهشی اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال هفتم، شماره 28، صفحه‌های 61 تا 76.
- سلطانی غ، زیبایی م و کهخا اع، 1378. کاربرد برنامه‌ریزی خطی در کشاورزی. نشر سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران.
- فروتن ا، 1381. برنامه ریزی ریاضی برای تحلیل اقتصادی در کشاورزی (ترجمه)، انتشارات اجد تهران.
- غلامی م، 1382. تعیین تناوب زراعی بهینه با استفاده از برنامه ریزی خطی، مطالعه موردی: مزرعه 110 هکتاری در شهرستان بجنورد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، سال دهم، شماره 1، صفحه‌های 17 تا 24.
- کرباسی ع، 1379. بررسی اقتصادی سیستم‌های آبیاری تحت فشار: مطالعه موردی استان خراسان. رساله دکتری رشته اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- Anonymous, 2007. Report of The working group on risk management in agriculture for the eleventh five year plan in India. Government of India Planning Commission, New Delhi.*
- Daneshvar Kakhki M, Youssefzade S and GhodratiAzadi H, 2009. Investigation the substitution capability of oilseeds in cropping pattern. American Journal of Applied Sciences 6 (12): 1995-2000.*
- Kehkha A, Soltani Mohammadi Gh and Villano R, 2005. Agricultural risk analysis in the Fars province of Iran: A risk-programming approach. University of New England, Working Paper Series in Agricultural and Resource Economics 1-16.*
- Lin W, Dean G and Moore C, 1974. An empirical test of utility versus profit maximization in agricultural production. American Journal of Agricultural Economics 56: 497-508.*
- Paris Q, 1979. Revenue and cost uncertainty, generalized mean-variance and linear complementarity problem. American Journal of Agricultural Economics 61: 268-275.*
- Randhir OT and Krishnamoorthy S, 1993. Optimal crop planning under production risk in tankfed south India Sarms. Indian Journal of Agricultural Economics 48: 678-687.*
- Singh AK and Singh JP, 1999. Production and benefit maximization through optimal crop planning- a case study of Mahi Command. Indian Journal of Soil Conservation 27(2): 152-157.*
- Tauer LM, 1983. Target MOTAD. American Journal of Agricultural Economics 65: 606-610.*
- Torkamani J, 1996. Decision criteria in risk analysis: An application of stochastic dominance with respect to a function. Iran Agricultural Research 15: 1-18.*
- Vieth RG, 1991. An evaluation of selected decision in northern Thailand, Journal of Agricultural and Applied Economics 28 (2): 381-391.*