

الگوی بهینه (اقتصادی) محصولات زراعی در شرایط وجود ریسک
(کاربرد مدل‌های هدف - موتاد، موتاد پیشرفته، برنامه‌ریزی خطی و
درجه دو) مطالعه موردی شهرستان ارسنجان

مرتضی حسن شاهی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان و شیراز

تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۶/۱۲/۲۲

چکیده

E12 : JEL

۱- مقدمه

محصولات کشاورزی نمونه‌ای بارز از فعالیت‌های اقتصادی همراه با ریسک و بعضی مواقع نااطمینانی است. کشاورزان با مجموعه‌ای از انواع ریسک و نااطمینانی در قیمت محصولات، قیمت نهاده‌های تولید و میزان عملکرد محصولات که درآمد آن‌ها را بی‌ثبات می‌کند، مواجه‌اند (ویته ۱۹۹۱، زیمت ۱۹۸۴ و واتز ۱۹۸۶) علاوه بر موارد فوق، ریسک ناشی از شرایط جوی و طبیعی (طوفان، طغیان رودخانه، آتش سوزی، خشکسالی و...) نیز مزید بر علت شده و دنیایی بی‌ثبات را در برابر کشاورز قرار داده است (ترکمانی، میسرا و اندرسون ۱۹۷۷).

نتایج بسیاری از مطالعات حاکی از ریسک‌گریز بودن کشاورزان است (اسکاندیز، دیلون، ۱۹۷۶، بینسون گر ۱۹۸۰، تیگو، ۱۹۸۸)، به همین علت بیشتر کشاورزان یک درآمد مطمئن، هر چند پایین‌تر را، از درآمدهای بالا و بی‌ثبات ترجیح می‌دهند (نوراک ۱۹۹۱، ایریما ۲۰۰۴)، به همین علت است که در مدل‌های قدیمی برنامه‌ریزی مزرعه به علت بی‌توجهی به ریسک، اغلب منجر به نتایجی شده که با آنچه کشاورزان در عمل انجام داده‌اند متفاوت بوده است)

مساله تصمیم‌گیری برای زارعان این است که برنامه‌های مزرعه را براساس توزیع درآمد آن‌ها مرتب (درجه‌بندی) کرده و بهترین برنامه را برگزینند. وقتی که یک توزیع درآمدی دارای مقادیر متعدد درآمد با احتمالات متفاوت وجود دارد، بر چه اساس می‌توان این درآمدها را مرتب کرد، چون ممکن است یک برنامه درآمد بالا، ولی احتمال دستیابی کم یا ریسک بالایی نیز داشته باشد. و یک برنامه دارای درآمد پایین و هم‌زمان ریسک پایین باشد، حال کدام‌یک باید انتخاب شوند؟ در این مورد روش‌های متعددی ارائه شده‌اند، این روش‌ها برای دستیابی به معیارهایی از ریسک، از بعضی شاخص‌های پراکندگی در توزیع درآمد استفاده می‌کنند به طوری که برخی از آن‌ها کمی و برخی کیفی‌اند. (فیشبارن ۱۹۷۷). از معروف‌ترین آن‌ها می‌توان به مدل موتاد، معیار درآمد - واریانس، برنامه‌ریزی ریاضی درجه ۲، برنامه خطی

1- vieth.

2- zimet.

3-watts.

4- Misra.

5- Anderson.

6- scandizzo.

7-Dillon.

8- Binswanger.

9- Teago.

10 - Norak.

11- Iirima.

12- Fishburn.

13 - Minimization of Total Absolute Deviation (MOTAD) Separable Linear programming.

۳	الگوی بهینه (اقتصادی) محصولات زراعی در شرایط وجود ریسک
---	---

جدایی‌پذیر^۱، مدل ریسک نهایی محدود شده، مدل فوکوس - لاس^۲ و مدل هدف-موتاد^۳ اشاره کرد (رودل^۴ ۲۰۰۰، توئر^۵ ۱۹۸۳، ترکمانی ۱۹۹۶ و واتز ۱۹۸۶). آنچه در تمامی مدل‌های فوق به اشکال گوناگون به چشم می‌خورد، توجه به عامل ریسک است. (اندرسون^۶، دیلون^۷). تحقیقات انجام شده در این زمینه حاکی از این است که اکثراً مدل هدف-موتاد را به دلیل مزایایی که نسبت به مدل‌های دیگر دارد (تعیین یک مقدار، هدف، وجود داده‌های مورد نیاز، امکان استفاده از نرم افزارهای معمولی)، استفاده کرده‌اند. البته در تحقیقات اخیر خصوصاً در کشورهای غربی از مدل موتاد پیشرفته، بیشتر استفاده می‌شود. در این تحقیق از مدل هدف-موتاد، موتاد پیشرفته، برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی ریاضی درجه دو، برای تخمین ترکیب بهینه برنامه‌های زراعی شهرستان ارسنجان استفاده شده است

۲- مبنای نظری مدل هدف - موتاد

مدل هدف-موتاد، حالتی از برنامه‌ریزی ریاضی است که ریسک را وارد تصمیم‌گیری‌های مربوط به برنامه‌ریزی برای فعالیت‌های مزرعه می‌کند. و برخلاف روش‌های موتاد و میانگین - واریانس، مجموعه‌ای از برنامه‌های متعدد را ارائه می‌دهد. ویژگی اصلی این مدل این است که ریسک به وسیله انحراف منفی از یک مقدار بازده (درآمد ناخالص)، به صورت مجموع حاصل ضرب بازدهی‌های انتظاری فعالیت‌های جداگانه محاسبه می‌شود. علاوه بر آن، در این روش با تغییر پارامتر ریسک، امکان حصول یک مرز ریسک - بازده فراهم می‌شود

فرم کلی و خلاصه شده مدل هدف - موتاد به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\text{Maximize : } E(R) = \sum C_j X_j \quad (1)$$

$$\text{S.t : } \sum_j A_{kj} X_j \leq B_k$$

$$T - \sum C_j X_j - Z_j \leq 0 \Rightarrow \sum C_j X_j + Z_j \geq T$$

$$\sum_j p_j Z_j = \lambda \quad X_j, b_j, Z_j \geq 0$$

به طوری که:

C_j : سود ناخالص مورد انتظار برای هر واحد (هکتار) از محصول j

X_j : سطح زیر کشت محصول j

1 - Separable Linear programming.

2- Focus - loss .

3- Target - MOTAD Anderson.

4 - Separable Linear programming.

5 - Separable Linear programming.

6- Anderson.

7-

A_{kj} : منبع k مورد نیاز برای یک واحد محصول j

B_k : مقدار در دسترس از منبع k

Z_j : انحراف از هدف به سمت پایین برای هر حالت طبیعت t

T : سطح درآمد هدف

$$p_j = 1/6$$

λ : پارامتر ثابت ریسک از صفر تا یک مقدار بزرگ تغییر می‌کند و نشانگر تعداد

فعالیت‌های کشاورزی در منطقه است.

(مدل برنامه‌ریزی خطی نیز با حذف سطرهای سوم و چهارم مدل فوق به دست

می‌آید. یعنی محدودیت‌های $\sum C_{ij} X_j + Z_j \geq T \Rightarrow T - \sum_j C_j X_j - Z_j \leq 0$ و

$\sum_j p_j Z_j = \lambda$) توابع هدف و محدودیت‌های مورد استفاده به صورت زیر تعریف می‌شوند:

(۲)

- تابع هدف

$$\text{Max : } E(R) = \sum_j C_j X_j, i = 1, \dots, 6$$

C_j : میانگین درآمد ناخالص محصول i در طی دوره ۶ ساله

۱ - محدودیت زمین (هکتار)

$$\sum_j X_j \leq \text{LAND}, j = 1, \dots, 6$$

که در آن X_j متغیر مربوط به سطح زیر کشت محصول j ام است. LAND مساحت

اراضی بخش مرکزی شهرستان ارسنجان، که هم اکنون برای کشاورزی در اختیار است.

(X_1) سطح زیر کشت ذرت، X_2 سطح زیر کشت جو، X_3 سطح زیر کشت گندم،

X_4 سطح زیر کشت چغندر قند، X_5 سطح زیر کشت گوجه فرنگی، X_6 سطح زیر

کشت آفتابگردان

۲- محدودیت نیروی کار (ساعت) و $j = 1, \dots, 6$ $\sum_j L_j X_j \leq \text{LABOURE}$

که در آن L_j نشانگر تعداد مورد نیاز از نیروی کار برای هر هکتار از محصول j و

LABOURE، میزان نیروی کار موجود است.

$$\sum_j F_j X_j \leq F \quad \text{۳- محدودیت کود (کیلوگرم)}$$

که F_j ، نشانگر میزان کود مورد نیاز برای هر هکتار محصول i ام است، F میزان کود موجود می‌باشد.

$$4- \text{محدودیت تراکتور (ساعت)} \quad \sum_j T_j X_j \leq T$$

که در آن T_j میزان ساعت تراکتور مورد نیاز برای هر هکتار محصول i و T تراکتور موجود (بر حسب ساعت)

$$5- \text{محدودیت کمباین (ساعت)} \quad \sum_j CO_j X_j \leq CO$$

CO_j میزان کمباین مورد نیاز برای هر هکتار محصول i ام و CO میزان کمباین موجود (بر حسب ساعت) است.

$$6- \text{محدودیت آب (لیتر)} \quad \sum_j W_j X_j \leq W$$

W_j ، میزان آب سالانه مورد نیاز هر هکتار محصول i و W : میزان آب در دسترس سالانه (لیتر) است.

$$7- \text{محدودیت سرمایه (ریال)} \quad \sum_j C_j X_j \leq C$$

C_j ، میزان سرمایه مورد نیاز برای زراعت نوع i و C میزان سرمایه در اختیار زارع است.
۸- محدودیت سطح زیر کشت گوجه فرنگی (گوجه فرنگی در یک نوع خاص خاک، به عمل می‌آید و مساحت این نوع خاک در ارسنجان ۱۵۰۰ هکتار است).
محدودیت‌های ۹ تا ۱۴ مربوط به سال‌های اول تا ششم می‌باشد، که بیانگر متوسط درآمد هر محصول در هر سال است T میزان درآمد هدف، Z انحراف درآمد از درآمد هدف است.

۹- محدودیت، مجموع حاصل ضرب انحرافات منفی در احتمالات وقوع هر سال.

$$\sum_r P_r Z_r = \lambda, \quad r = 1, \dots, 6$$

در این تحقیق $P_r = \frac{1}{6}$ و λ نیز پارامتر مربوط به ریسک است، که نشانگر مجموع انحرافات منفی مورد انتظار از میزان هدف است. مقدار عددی λ از صفر تا یک عدد بسیار بزرگ می‌تواند باشد. وقتی که $\lambda = 0$ باشد، به معنای نبود ریسک است و افزایش تا جایی ادامه می‌یابد که جواب مدل تغییر نکند (۱۷،۲۰) (یعنی حداکثر درآمد در شرط حداکثر ریسک یا همان جواب مدل برنامه‌ریزی خطی ساده به دست آید).

۲-۱- مبنای نظری مدل موتاد پیشرفته

در مدل موتاد پیشرفته هزینه‌های ریسک (به صورت تابعی از ضریب ریسک) از مجموع سود ناخالص یا بازده کسر می‌شود. فرم کلی مدل موتاد پیشرفته به صورت زیر است:

$$\text{Max} : \sum_j C_j X_j - \theta \sigma \quad (5)$$

S.t

$$(الف) \sum_i \sum_j a_{ij} X_j \leq B_i$$

$$(ب) \sum (C_{jt} - C_j) X_j + Z_t \geq 0$$

$$(ج) \sum Z_t - TND = 0$$

$$(د) \psi.TND - \sigma = 0$$

که در آن متغیرهای C_j و C_{jt} و Z_t و a_{ij} ، B_i مانند قبل تعریف می‌شوند، σ یک تقریب از انحراف معیار درآمد، TND انحرافات منفی کل از میانگین بازده (سود)، θ ضریب ریسک، λ تبدیل منسوب به فیشر، که TND را به تقریبی از انحراف معیار تبدیل می‌کند (اپلند، مک کارل و میلر)، i تعداد منابع تولید مورد استفاده و t تعداد دوره‌های (سال‌های) مورد مطالعه است.

در مدل فوق، بازده خالص مورد انتظار منهای هزینه‌های ریسک (ضریب اجتناب ریسک، ضریب تقریبی از انحرافات معیار بازده) حداکثر می‌شود.

با جایگزین کردن محدودیت‌های (ج) و (د) در رابطه (۳) خواهیم داشت:

$$\psi.TND = \sigma \Rightarrow \sigma = \psi \sum Z_t \quad (4)$$

$$\sum Z_t = TND$$

با جایگزین کردن رابطه (۴) در تابع هدف مدل (۳)، مدل مذکور به صورت زیر تغییر

خواهد کرد:

$$\text{S.t Max} : \sum C_j X_j - \theta \cdot \psi \cdot \sum Z_t \quad (5)$$

$$\sum \sum a_{ij} X_j \leq B_i$$

$$\sum (C_{jt} - C_j) X_j + Z_t \geq 0$$

$$\sum Z_t - TND = 0$$

1- Risk - aver sion .

2- Apland .

3- Mccarl.

4- Miller .

$$X_j, Z_t \geq 0$$

با توجه به این که مقدار $\psi = \left(\frac{2\pi}{T(T-1)}\right)^{\frac{1}{2}}$ در نتیجه در این تحقیق، چون $T = 6$ (دوره

مورد مطالعه ۶ سال است) است، پس $\psi = \left(\frac{2\pi}{6(6-1)}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{\pi}{15}\right)^{\frac{1}{2}}$ خواهد بود.

۲-۲- مبنای نظری مدل برنامه‌ریزی ریاضی درجه ۲

اساس مدل برنامه‌ریزی درجه ۲، تجزیه و تحلیل میانگین - واریانس، درآمد است (E-V) این معیار فرض می‌کند که برتری‌های کشاورز، تابعی از درآمد مورد انتظار و واریانس مربوطه است. مجموعه درآمد - واریانس کارای برنامه مزرعه را می‌توان با استفاده از برنامه‌ریزی درجه ۲ به دست آورد. در این روش، واریانس مربوط به درآمدهای مزرعه به صورت تابعی درجه دو از سطح فعالیت‌ها و واریانس - کواریانس فعالیت‌های زراعی در نظر گرفته می‌شود. فرم ریاضی واریانس درآمد مزرعه به صورت زیر است:

$$V = X' \sigma X \quad (۶)$$

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_k \end{bmatrix}, \sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1k} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{k1} & \sigma_{k2} & \dots & \sigma_{kk} \end{bmatrix}$$

در رابطه فوق، v بیان‌گر واریانس سود ناخالص کل (درآمد مزرعه)، X_k ، سطح فعالیت‌های زراعی k ام و σ_{ij} ، کواریانس فعالیت‌های i ام و j ام می‌باشد، ترکیباتی از فعالیت‌ها که در سود ناخالص خود دارای کواریانس منفی‌اند، اغلب درآمدهای پایدارتری نسبت به استراتژی‌های تولید تخصصی‌تر دارند.

برای به دست آوردن مجموعه درآمد - واریانس کارای مزرعه، رابطه (۶) را نسبت به محدودیت درآمد انتظاری و محدودیت‌های عوامل تولید به شرح زیر حداقل می‌کنیم:

$$\text{Min} \quad V = X' \sigma X \quad ()$$

S.T

(الف) $X'C = T$

(ب) $AX \leq B$

(ج) $X \geq 0$

$$C = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_K \end{pmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1k} \\ \vdots & & \vdots \\ a_{kj} & \dots & a_{kk} \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} B_1 \\ \vdots \\ B_K \end{bmatrix}$$

a_{ij} ، میزان عامل تولید i ام مورد نیاز برای هر هکتار فعالیت j ام و بقیه علائم مانند قبل تعریف می‌شوند.

۳- داده‌های مورد نیاز و نحوه جمع‌آوری آن‌ها

داده‌های مورد نیاز از یک نمونه شامل ۱۷۰ مزرعه از مزارع ارسنجان استخراج شده است. هر چند که در منطقه ۶ نوع خاک وجود دارد، ولی به علت عدم تأثیر خاک‌ها بر میزان محصول تولید شده و در نهایت سود ناخالص هر محصول، منطقه را به صورت یک مزرعه بزرگ در نظر گرفته‌ایم.

برای تشکیل مدل هدف - موتاد، ضرایب تابع هدف $E(R)$ ، که شامل درآمد انتظاری (بازدهی ناخالص) محصولات زراعی منطقه است، از طریق متوسط درآمد انتظاری منهای هزینه‌های متغیر برای هر محصول، برای مدت ۶ سال (۱۳۷۸-۱۳۸۳) محاسبه شده است. ضرایب محدودیت‌های مدل‌ها نیز از طریق داده‌های استخراج شده از پرسش‌نامه‌هایی که توسط کشاورزان شهرستان تکمیل شده، محاسبه و ثبت شده‌اند. آمار مربوط به قیمت محصولات کشاورزی در دوره مورد مطالعه و هزینه‌های متغیر هر هکتار محصول، از بخش اطلاعات مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان ارسنجان جمع‌آوری شده است. برای تعیین میزان درآمد هدف، به روش زیر عمل شده است.

۱- محاسبه هزینه نقدی مزرعه، (هزینه نقدی به صورت تعهد پولی سالانه مورد انتظار برای تولید مزرعه محاسبه شده است) ۲ - محاسبه هزینه متغیر تولید، و هزینه متغیر

تولید شامل هزینه پولی، به اضافه ارزش داده متغیر خریداری نشده و ۳- بدهی سالانه، به اضافه هزینه زندگی، تعریف می شود. (برتادور ، پروات).

۴- تخمین ضرائب مدل ها

۴-۱- ضرائب مدل هدف- موتاد

ضرائب عددی پارامترهای مدل هدف- موتاد (رابطه ۱) در شرایط مختلف (با انتخاب مقادیر هدف و ریسک های متفاوت)، تخمین و در جدول (۱) ارائه شده اند.

جدول ۱- مدل موتاد- هدف برای مزارع کشاورزی شهرستان ارسنجان

()														
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6		
													\leq	
													\leq	
													\leq	
													\leq	
													\leq	
ریسک														
													\geq	T
													\geq	T
													\geq	T
													\geq	T
													\geq	T
													\geq	T
							/	/	/	/	/	/	\leq	λ
													\leq	

1- Bertador.

2- perwat

در مدل مذکور ۶ محصول (ذرت، جو، گندم، چغندر قند، گوجه فرنگی، آفتابگردان) و ۶ متغیر مربوط به سال‌های (۱۳۷۸ - ۱۳۸۳) و ۷ محدودیت مربوط به عوامل تولید شامل سرمایه، نیروی کار زمین، کود شیمیایی و آب منظور شده است. ضرایب مربوطه نشان دهنده میزان مورد نیاز از هر عامل برای یک هکتار از محصول مورد نظر است. چون قیمت گوجه فرنگی از قضیه تار عنکبوتی تبعیت می‌کند و بعضی از سال‌ها بسیار بالا و بعضی سال‌ها پایین است و همچنین در نوع معینی از خاک قابل کشت است، لذا یک محدودیت مربوط به سطح زیر کشت گوجه فرنگی (حداکثر ۱۵۰۰ هکتار)، براساس نوع خاک مورد نیاز این محصول اضافه شده است. اعداد سمت راست نیز میزان موجودی هر یک از عوامل را نشان می‌دهند. (البته ۴ محصول یونجه، هندوانه، خیار، خریزه. در مدل خطی استفاده شده، ولی در مدل هدف-موتاد چون مقادیر صفر داشتند حذف شده‌اند).

۲-۴- ضرائب مدل موتاد پیشرفته

در مدل ارائه شده در جدول (۲)، ردیف‌های ۳ تا ۷ مربوط به ۷ محدودیت مربوط به عوامل تولید و ردیف‌های ۸ تا ۱۳ مربوط به ریسک (محدودیت دوم در مدل ۵) مرتبط‌اند، که به صورت زیر حساب شده‌اند.

(هزینه‌های متغیر هر واحد محصول j) - (قیمت هر واحد محصول z ام \times میزان تولید محصول z ام) = c_{jt} و $c_j = \frac{\sum c_{jt}}{6}$ و در نهایت ردیف‌های ریسک به صورت $C_{kt} - C_j$ محاسبه شده‌اند.

مقادیر $\psi = 0/4576$ و θ بین ۰ تا $2/2$ منظور و این مدل براین اساس چندین مرتبه حل و نتایج در جدول (۵) ارائه شده‌اند.

۳-۳- ضرائب مدل برنامه‌ریزی ریاضی درجه دو مورد استفاده در این تحقیق به صورت

زیر است:

(۸) MIN ((حداقل کردن)

$$V = 122388X_1^2 + 43681.7X_1X_2 + 73231.7X_2^2 + 55430.5X_1X_3 - 33804X_2X_3 \\ + 93651.9X_3^2 + 329316X_1X_4 + 91534.4X_2X_4 + 192411X_3X_4 \\ + 924254X_4^2 - 1458.3X_5X_1 - 18475X_5X_2 - 244.52X_5X_3 - 30051X_5X_4 \\ + 46670.5X_5^2 + 474925X_1X_6 + 350703X_2X_6 - 112020X_3X_6 \\ + 103156X_4X_6 - 93812X_5X_6 + 405902X_6^2$$

Subject to

$$3087569X_1 + 1119730X_2 + 5760510X_3 + 5976613X_4 + 1640109X_5 + 10774760X_6 = T \quad (1)$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 \leq 30000 \quad (2)$$

$$760X_1 + 440X_2 + 1730X_3 + 2130X_4 + 1410X_5 + 1530X_6 \leq 1000000 \quad (3)$$

$$X_6 \leq 1500 \quad (4)$$

$$350X_1 + 350X_2 + 500X_3 + 550X_4 + 300X_5 + 600X_6 \leq \quad (5)$$

$$161X_1 + 92X_2 + 338X_3 + 1092X_4 + 264X_5 + 2098X_6 \leq \quad (6)$$

$$222915X_1 + 172500X_2 + 372271X_3 + 383000X_4 + 202126X_5 + 1327000X_6 \leq$$

$$X_i \geq 0, i = 1, \dots, 6 \quad (7)$$

که در آن ضرائب تابع هدف، بیان‌گر واریانس - کواریانس فعالیت‌ها (به میلیون ریال) و

محدودیت‌ها به شرح زیر تعریف می‌شوند.

۱- محدودیت مربوط به سطح درآمد مورد انتظار، ۲- محدودیت زمین (هکتار)، ۳-

محدودیت آب (لیتر) ۴- محدودیت کود شیمیایی (کیلوگرم)، ۵- محدودیت نیروی کار

(ساعت) و ۶- محدودیت سرمایه (ریال) می‌باشند مدل (۸) با تغییر T چندین مرتبه حل شده و

با استفاده از سطوح درآمد- واریانس به دست آمده، یک رابطه بین درآمد و واریانس تخمین زده

شده و نتایج طی رابطه (۹) ارائه شده است.

۵- نتایج و بحث

۵-۱- نتایج حل مدل هدف- موتاد

نتایج حاصل از حل مدل، بامنظور کردن E و λ های متفاوت در جدول (۳) ارائه شده است همانطور که از جدول استنباط می‌شود، با افزایش درآمد و λ ، میزان ریسک (انحراف از معیار درآمد) نیز افزایش می‌یابد و حداکثر ریسک مربوط به جواب برنامه‌ریزی خطی، یعنی ۱۵/۶ میلیارد ریال است. با افزایش درآمد، سطح زیر کشت محصولات نیز به شدت تغییر می‌کند، به طوری که در سطح پایین ریسک (برای افراد ریسک‌گریز)، ذرت و گوجه فرنگی و برای ریسک‌های بالاتر به تدریج گندم جایگزین ذرت می‌شود.

جدول ۳- نتایج تخمین مدل هدف- موتاد پاسخ‌های پایه‌ای

	I	II	III	IV	V	VI
() E	/	/		/	/	/
() T	/	/	/			
() λ						
() X_1			/			
() X_2						
() X_3						
() X_4						
() X_5						
() X_6	/					
() v	/	/	/	/	/	/

همان‌طور که در جدول دیده می‌شود، با افزایش ریسک (انحراف معیار درآمد)، میزان درآمد مورد انتظار نیز افزایش می‌یابد و حداکثر درآمد معادل ۴۷/۵ میلیارد ریال، در جایی است که کشاورز باید حداکثر ریسک را بپذیرد. این جواب با جواب مدل برنامه‌ریزی خطی ساده یکسان است. در این وضعیت، بایستی ۱۰۱۳۸ هکتار به کشت گندم و ۱۵۰۰ هکتار به کشت گوجه فرنگی اختصاص یابد، در حالی که اگر کشاورز بخواهد مطمئن‌تر باشد و ریسک را کاهش دهد (به‌طور مثال از ۱۵/۶ به ۱۲/۵)، بایستی ۶۱۱۵۰ هکتار گندم و ۱۷۶۷ هکتار ذرت و ۱۵۰۰ هکتار گوجه فرنگی بکارد و با درآمد ۴۵/۲ میلیارد ریال قانع شود.

نکته جالب این است که در هیچ حالتی کشت جو، چغندر و آفتابگردان توصیه نشده است. (آمارها نیز حاکی از این است که با گذشت زمان سطح زیر کشت گندم و ذرت و محصولات جالب‌تری در حال افزایش و سطح زیر کشت جو، چغندر و آفتابگردان در شهرستان در حال کاهش است.)

۲-۵- نتایج حل مدل برنامه ریزی خطی نیز به صورت ذیل ارائه شده‌اند.

جدول ۴- مقایسه ترکیب مطلوب محصولات در سال‌های ۱۳۷۲-۷۳ و ۱۳۸۲-۸۳

محصول سال	گندم	جو	ذرت	چغندر قند	یونجه	آفتابگردان	هندوانه	خریزه	خیار سبز	گوجه فرنگی	سود کل (ریال)
۷۲-۷۳	۲۰۰۵	۴۸۶۷	۳۴۴۵	-	-	-	-	۳۶۰	-	-	۱۵۷۶۸۰۸۰۰۰۰
۸۲-۸۳	۵۴۶۴	۱۲۶۷	۲۴۴۰	۱۳۳۶	-	-	-	-	-	۳۶۰	۱۰۹۷۰۹۳۰۰۰۰۰

طبق نتایج ارائه شده در جدول ۴، ترکیب مطلوب کشت بین سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۳ تغییر کرده است، به طوری که افزایش سطح زیر کشت پنبه، گندم، چغندر قند و گوجه فرنگی و کاهش سطح زیر کشت جو، ذرت و خریزه، به منظور افزایش درآمد کشاورزان توصیه شده است.

۳-۵- نتایج حل مدل موتاد پیشرفته

جدول ۵- نتایج تخمین مدل موتاد پیشرفته^۱

ردیف	چغندر قند	گوجه فرنگی	گندم	جو	ذرت	ریسک	سود ناخالص کل
$\theta = 0$		۱۵۰۰	۱۰۱۳۸			۱۷/۷	۴۷/۵
		۱۵۰۰	۱۶۱۶			۱۱/۲	۴۲/۷
		۸۲۳				۷	۲۸
				۲۱۰		۶	۳۳/۵
	۱۷۱۹	۳۴۰		۴۰۰۹	۳۰۲۸	۳/۷	۲۸/۵
$\theta = 1$		۱۵۰۰	۱۰۱۳۸			۱۷/۷	۴۷/۵
		۱۵۰۰	۱۶۱۶			۱۱/۲	۴۲/۷
		۸۲۳				۷	۲۸
				۲۱۰		۶	۳۳/۵
	۱۷۱۹	۳۴۰		۴۰۰۹	۳۰۲۸	۳/۷	۲۸/۵
$\theta = 1/668$		۱۵۰۰	۱۰۱۳۸			۱۷/۷	۴۷/۵
		۱۵۰۰	۱۶۱۶			۱۱/۲	۴۲/۷
		۸۲۳				۷	۲۸
	۴۴۷	۷۰۰			۴۸۰۱	۶	۳۶
	۱۷۱۹	۳۴۰		۴۰۰۹	۳۰۲۸	۳/۷	۲۸/۵
$\theta = 2/158$		۱۵۰۰	۱۰۱۳۸			۱۷/۷	۴۷/۵
		۱۵۰۰	۱۶۱۶			۱۱/۲	۴۲/۷
		۸۲۳				۷	۲۸
	۴۴۷	۷۰۰			۴۸۰۱	۶	۳۶
	۱۷۱۹	۳۴۰		۴۰۰۹	۳۰۲۸	۳/۷	۲۸/۵

۱- ارقام مربوط به سود ناخالص کل و θ براساس میلیارد ریال و سطح زیر کشت بر اساس هکتار است. ۲- مقدار ریسک برابر با σ در نظر گرفته شده است.

بر اساس داده‌های جدول ۵، با افزایش ریسک (در سطوح مختلف ضریب ریسک)، میزان بازده افزایش می‌یابد در جایی که ریسک حداکثر است، نتایج این مدل با مدل هدف-موتاد و برنامه‌ریزی خطی یکسان است (۱۰۱۲۸ هکتار گندم و ۱۷۰۰ هکتار گوجه فرنگی) U، در صورتی که کشاورزان ریسک‌گریز باشند، ۳۰۲۸ هکتار ذرت، ۴۰۰۹ هکتار جو، ۳۴۰ هکتار گوجه فرنگی و ۱۷۱۹ هکتار چغندر، کشت و درآمدی معادل ۲۸/۵ میلیارد ریال به‌دست خواهند آورد.

نکته جالب این است که تغییر ضریب ریسک، تأثیر بسیار کمی روی ترکیب کشت می‌گذارد. با مقایسه مدل‌های موتاد-هدف و پیشرفته، در می‌یابیم که مدل موتاد پیشرفته به‌دلیل وارد کردن هزینه و ضریب ریسک برنامه‌های متنوع‌تری برای کشت ارائه می‌دهد (چون مدل موتاد-هدف یک مقدار ثابت برای θ فرض می‌کند؛ اما در مدل موتاد-پیشرفته، θ بین صفر تا ۲/۱۵۸ تغییر می‌کند).

۴-۵- نتایج حل مدل برنامه‌ریزی ریاضی درجه دو

برخی جواب‌های (برنامه‌های) بهینه مزرعه، حاصل از حل مدل (۸) در جدول (۶) ارائه شده‌اند.

جدول ۶- برنامه‌های بهینه مزرعه با ریسک‌های متفاوت

پاسخ‌های پایه ای					
	I	II	III	IV	V
درآمد ^۱	۴۷/۴۶۴	۴۰/۴۶۴	۳۵/۴۶۴	۳۰/۴۶۴	۲۵/۴۶۴
انحراف معیار (ریسک)	۵/۳۹	۲/۸	۱/۷۱	۱/۶۷	۱/۳
X_1 (ذرت)	۱۰۱۳۸	۲۸۰۹			
X_2 (جو)					
X_3 (گندم)					
X_4 (چغندر قند)		۲۶۱۵	۳۲۳۰	۲۳۹۳	۱۵۵۹/۵
X_5 (گوجه فرنگی)					
X_6 (آفتابگردان)	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۴۳۵

۱- اعداد بر حسب میلیارد ریال است

ستون I در جدول فوق بیان‌گر برنامه مزرعه با فرض وجود حداکثر ریسک است، که با جواب برنامه‌ریزی خطی یکسان است. به طوری که باز هم در بالاترین میزان ریسک بایستی ۱۰۱۳۸ هکتار گندم و ۱۵۰۰ هکتار گوجه فرنگی، کشت کرد. با کاهش میزان ریسک، همان‌طور که از جدول پیداست، میزان درآمد نیز کاهش خواهد یافت و هم‌زمان تغییراتی اساسی در سطح زیر کشت فعالیت‌ها به وجود می‌آید.

با مقایسه این مدل با دو مدل قبل، متوجه می‌شویم که تفاوت نسبتاً زیادی بین ترکیبات محصولات در این مدل و دو مدل دیگر وجود دارد. به طوری که در مدل برنامه‌ریزی درجه ۲، بر خلاف مدل‌های دیگر، کشت چغندر در بیشتر حالات ترجیح داده می‌شود. به‌طور خلاصه، جواب‌های این مدل با آنچه کشاورزان در عمل می‌بینند، سازگاری زیاد ندارد.

نتایج حاصل از تخمین رابطه درآمد - واریانس (ریسک) به صورت زیر است:

$$y = -2/82 \times 10^4 + \frac{7/47}{1^4} \cdot V - \frac{3/46}{1^2} \cdot V^2 + \frac{6/2}{1^4} \cdot V^3 \quad (9)$$

$$(t) \quad (-1/65) \quad (2/5) \quad (-2) \quad (2/1)$$

$$R^2 = 0/98 \quad \text{و} \quad D.W = 2/2 \quad (Y = \text{درآمد و } V = \text{واریانس})$$

تمامی ضرائب رابطه فوق در سطح ۱۰ درصد معنی دارند.

با مشتق‌گیری از رابطه (۹) نسبت به V در می‌یابیم که کشاورزان برای سطوح درآمد پایین‌تر از ۳۰ میلیارد ریال، خطرپذیر و برای درآمدهای بالای ۳۰ میلیارد ریال خطر‌گریزند.

فهرست منابع

- ۱- ترکمانی، ج. (۱۳۷۵ الف) «تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت: کاربرد روش برنامه‌ریزی مطلوبیت انتظاری مستقیم» چکیده مقالات اولین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، فروردین ۱۳۷۵، زابل.
- ۲- ترکمانی، ج. (۱۳۷۵ ب) «استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی توأم با ریسک در تعیین کارایی بهره برداران کشاورزی» مجله علوم کشاورزی ایران، شماره ۲۷.
- ۳- ترکمانی، ج. (۱۳۷۳ ج) «دخالت دادن ریسک در برنامه‌ریزی اقتصاد کشاورزی: کاربرد برنامه‌ریزی درجه دوم توأم با ریسک» اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۱۴.
- ۴- ترکمانی، ج و ع. کلاسی (۱۳۷۸) تأثیر ریسک بر الگوی بهینه بهره‌برداران کشاورزی، مقایسه روش‌های برنامه‌ریزی توأم با ریسک موتاد (MOTAD) و

تارگت موتاد (TAGET MOTAD)، فصل نامه اقتصاد کشاورزی و توسعه سال ۷،
شماره ۲۵: ۲۸-۷.

- 5- Anderson, J. R., J. L. Dillon, and B. Hardaker (1977) *Agricultural Decision Analysis*. Ames, Iowa, The Iowa State University Press.
- 6- Das, P.S. and Kar,A (1995) “*Decision Making under uncertainty: Bayesian approach: A case study of Aman paddy in Midnapore district*”, Indian Journal of Agricultural Economics, 50: 59-68.
- 7- Dillon.J.L,Scandizzo,P.L.(1978)“*Allocative efficiency, traditional agriculture and risk*”,AmericanJournal of Agricultural Economics, 53: 27-31.
- 8- Fishburn, P.C. (1977) *Mean-Risk analysis with risk associated with below – Target returns*, American Economic Review, No. 67:116-126.
- 9- Irimia. M, Novak. J, Duffy (2004) *optimag crop insurance options for alabama cotton-peanut producers, a targetmotah analysis* (12363).Yahoo. Science. Agricultural. Agricultural Economics. Ageco.
- 10- Misra, K.S, Spurlock, S.R(1991) “*Incorprting the Impacts of uncertain Fleldwork time on whole. Farm risk – return Levels, A TARGET - MOTAD Approach*” Southern journal of Agricultural economics.23, No, Z, 9-18.
- 11- Novak, J.L, et.al (1991) “*Risk and susbainatle Agriculture: A Target-MOTAD Analysis of the 92-year*” Old Rotectio. Southern Journal of Agriculuural Economics, Volume 22, Number 1, pages 145-154.
- 12- Rudel, R. (2000) *Target MOTAD for risk Lovers: An Alternative version*. Southern Lournal of Agricultural Economics, Volume 18, Number 2, Pages 175-185.
- 13- Teague, P.W, Lee, J.G. (1988) “*Risk efficient Perennial crop selection: A MOTAD Approach to Citrus Production*” Souther Journal of Agricultural economics. V.20, No.2. 145-152.
- 14- Torkamani, J.(1996) “*Decision criteria in risk analisis: An application of stochastic dominance with respect to a function*”. Iran Agricultural Research. 15: 1-18.
- 15- Vieth. R.G. (1991) “*An evaluation of selected Decission in northern thailan d*” Journal of Agricultural and Applied Economics, Volume 28, Number 2, pages 381-391.
- 16- Watts, M.J., Held, L. and Helmers, S. (1984) “*A comparison of MOTAD to target MOTAD*”. Canadian Journal of Agricultural Economics, 19: 85- 175.
- 17- Zimet, D.J., and T. A. Spreen (1986) “*A Target MOTAD Analysis of a Crop and Livestock Farm in Jefferson Co., Fla.*” So. J. Agr. Econ., 18: 175-86.

ضمیمه

اساس نظری مدل هدف - موتاد حداکثر کردن مطلوبیت انتظاری به صورت زیر است:

$$U = c + aR + b \cdot \min(R - T, 0)$$

در مدل فوق R درآمد، T سطح درآمد هدف اند. چون تابع مطلوبیت فوق، صعودی و مقعر در R (و شکسته شده در T) است، پس فرد مورد نظر ریسک‌گریز است. مطلوبیت مورد انتظار تابع فوق به صورت زیر است:

$$E(u) = c + aE(R) - b|E(ND)|$$

که در آن $E(R)$ بیانگر درآمد مورد انتظار، $E(u)$ مطلوبیت مورد انتظار، $E(ND)$ مقدار مطلق انحراف منفی از هدف می‌باشد. پس با $E(R)$ ، $E(ND)$ های متفاوت می‌توان $E(u)$ های متفاوتی داشت به هر حال اگر b, a, c معلوم باشند، یک مرز ریسک - کارا می‌تواند برای ترکیب محصولات وجود داشته باشد. هدف مدل حداکثر کردن $E(R)$ مشروط به $|E(ND)|$ خواهد بود.