الگوی بهینه (اقتصادی) محصولات زراعی درشرا یط وجود ریسک (کاربرد مدل‌های هدف ــ موتاد، موتاد پیشرفته، برنامه‌ریزی خطی و درجهٔ 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

نظريات مختلفي براي تصميم‌گيري در مورد انتخاب مدل کشت محصولات، در شرايط وجود ريسك، ارائه شده است که از روش‌هاي موتاد، درآمد- واريانس، برنامه‌ريزي درجة ۲، برنامه‌ريزي خطي جدايي‌پذير، مدل ريسك نهائي محدود شده، مدل فوکاس- لاس، مدل هدف- موتاد و... از آن جمله‌اند. در اين تحقيق، الگوي بهينة کشت محصولات براي شهرستان ارسنجان با مدل هدف- موتاد تعيين شده و سپس نتايج با، نتايج حاصل ازمدل‌هاي موتاد پيشرفته، برنامه‌ريزي خطي ودرجة دو مقايسه شده است، داده‌هاي مورد نياز از بهره برداران کشاورزي و مديريت جهاد کشاورزي شهرستان ارسنجان براي سال‌هاي ۱۳۷۸ ـ ۱۳۸۳ جمع‌آوري شده است.

بعد از تخمين مدل، حدود ۶۰ مدل بهينه تحت شرايط ريسك و هدف‌هاي متفاوت تعيين شده سپس با روش رگرسيون، رابطة بين بازده و ريسك براورد شد. نتايج حاکي از اين است که بين ريسك و بازده رابطة مستقيم وجود دارد. هم‌چنين با افزايش ريسک سطح زير کشت گندم وگوجه فرنگی افزايش وذرت کاهش می‌يابد.

طبقه‌بندی **JEL** : E12

کليدواژه: مدل هدف-موتاد، موتاد پيشرفته، برنامه‌ريزي خطي و برنامه‌ريزي رياضي درجة دو، ريسك، الگوي بهينه.

۱- مقدمه

محصولات کشاورزی نمونه‌ای بارز از فعالیت‌های اقتصادی همراه با ریسک و بعضی مواقع نااطمینانی است. کشاورزان با مجموعه‌ای از انواع ریسک و نا اطمینانی در قیمت محصولات، قیمت نهاده‌های تولید و میزان عملکرد محصولات که درآمد آن‌ها را بی‌ثبات می‌کند، مواجه‌اند (ویته[1] ۱۹۹۱، زیمت۱۹۸۴[2] و واتز۱۹۸۶[3]) 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[4] واندرسون[5] ۱۹۷۷).

نتایج بسیاری از مطالعات حاکی از ریسک‌گریز بودن کشاورزان است (اسکاندیز[6]، دیلون[7]، ۱۹۷۶، بینسون گر[8] ۱۹۸۰، تیاگو[9]، ۱۹۸۸)، به همین علت بیشتر کشاورزان یک درامد مطمئن، هر چند پایین‌تر را، از درآمدهای بالا و بی‌ثبات ترجیح می‌دهند (نوراک[10] ۱۹۹۱، ایریما[11] ۲۰۰۴)، به همین علت است که در مدل‌های قدیمی برنامه‌ریزی مزرعه به علت بی توجهی 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 درامد استفاده می‌کنند به‌طوری‌که برخی از آن‌ها کمّی و برخی کیفی‌اند. (فیشبارن[12] ۱۹۷۷). از معروف‌ترین آن‌ها می‌توان به مدل موتاد[13]، معیار درآمد ـ واریانس، برنامه‌ریزی ریاضی درجهٔ ۲، برنامهٔ 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.

جدایی‌پذیر[1]، مدل ریسک نهایی محدود شده، مدل فوکوس ـ لاس[2] و مدل هدف-موتاد[3] اشاره کرد (رودل[4] ۲۰۰۰، توئر[5] ۱۹۸۳، ترکمانی ۱۹۹۶ و واتز ۱۹۸۶). آن‌چه در تمامی مدل‌های فوق به اشکال گوناگون به چشم می‌خورد، توجه به عامل ریسک است. (اندرسون[6]، دیلون[7]). تحقیقات انجام شده در این زمینه حاکی از این است که اکثراً مدل هدف- موتاد را به‌دلیل 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 خصوصا درکشورهای غربی از مدل موتاد پیشرفته، بیشتر استفاده می‌شود. در این تحقیق ازمدل هدف-موتاد، موتاد پیشرفته، برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی ریاضی درجهٔ دو، برای تخمین ترکیب بهینهٔ برنامه‌های زراعی شهرستان ارسنجان استفاده شده است

۲- مبنای نظری مدل هدف ـ موتاد

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

فرم کلی و خلاصه شدهٔ مدل **هدف ـ موتاد** به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$\text{Maximize}: E(R) = \sum C_j X_j \qquad (۱)$$

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

$$T - \sum C_j X_j - Z_J \le ۰ \Rightarrow \sum C_j X_j + Z_j \ge T$$

$$\sum_j p_j Z_j = \lambda \qquad X_j, b_j, Z_j \ge ۰$$

به‌طوری‌که:

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 به‌سمت 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 وj نشاتگر تعداد فعالیت‌های کشاورزی درمنطقه است.

(مدل برنامه‌ریزی خطی نیز باحدف سطرهای سوم و چهارم مدل فوق به‌دست 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 به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

(۲)

- تابع هدف

$$Max: E(R) = \sum_j C_j X_j, i = ۱,...,۶$$

C_j: میانگین درامد ناخالص محصول i در طی دورهٔ ۶ ساله

۱ ـ محدودیت زمین (هکتار)

$$\sum_j X_j \leq LAND, j = ۱,...,۶$$

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. ($X_۱$ سطح زیر کشت ذرت، $X_۲$ سطح زیر کشت جو، $X_۳$ سطح زیر کشت گندم، $X_۴$سطح زیر کشت چغندرقند، $X_۵$ سطح زیر کشت گوجه فرنگی، $X_۶$ سطح زیر کشت آفتابگردان)

۲ـ محدودیت نیروی کار (ساعت) $\sum_j L_j X_j \leq LABOURE$ و $j=1,.....,6$

که در آن L_j نشان‌گر تعداد مورد نیاز از نیروی کار برای هر هکتار از محصول j و LAROURE، میزان نیروی کار موجود است.

۳ـ محدودیت کود (کیلوگرم) $\sum_j F_j X_j \leq F$

که F_j، نشان‌گر میزان کود مورد نیاز برای هر هکتار محـصول i ام اسـت، F میـزان کود موجود می‌باشد.

۴ـ محدودیت تراکتور (ساعت) $\sum_j T_j X_j \le T$

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

۵ ـ محدودیت کمباین (ساعت) $\sum_j CO_j X_j \le Co$

Co_j میزان کمباین مورد نیاز برای هر هکتار محـصول iام و Co میـزان کمبـاین موجود (برحسب ساعت) است.

۶- محدویت آب (لیتر) $\sum_j W_j X_j \le W$

W_j ، میزان آب سالانهٔ مورد نیاز هر هکتار محصول i وW: میزان آب در دسـترس سـالانه (لیتر) است.

۷ـ محدودیت سرمایه (ریال) $\sum_j C_j X_j \le C$

C_j، میزان سرمایهٔ مورد نیاز برای زراعت نوع i و C میزان سرمایهٔ در اختیار زارع است.

۸ـ محدودیت سطح زیر کشت گوجه فرنگی (گوجه فرنگی در یک نـوع خـاص خـاک، بـه عمل می‌آید و مساحت این نوع خاک در ارسنجان ۱۵۰۰هکتار است.)

محدودیت‌های ۹تا ۱۴ مربوط به سال‌های اول تا ششم می‌باشد، که بیان‌گر متوسـط درآمد هر محصول در هر سال است T میزان درامد هـدف، Z انحـراف درآمـد از درآمـد هدف است.

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

$\sum_r p_r Z_r = \lambda \quad , r = ۱,...,۶$

در این تحقیق $P_r = \frac{۱}{۶}$ و λ نیز پارامتر مربوط به ریسک اسـت، کـه نـشان‌گـر مجمـوع انحرفات منفی مورد انتظار از میزان هدف است. مقدار عددی λ از صفرتا یک عدد بسیار بزرگ می‌تواند باشد. وقتی که $\lambda = ۰$ باشد، به‌معنای نبـود ریـسک اسـت و افـزایش تـا جـایی ادامـه می‌یابد که جواب مدل تغییر نکند (۱۷,۲۰) (یعنی حداکثر درآمد در شرط حـداکثر ریـسک یـا همان جواب مدل برنامه‌ریزی خطی ساده به‌دست آید.)

۱-۲- مبنای نظری مدل موتاد پیشرفته

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

$$\text{Max} \quad : \quad \sum_j C_j X_j - \theta\sigma \qquad (۵)$$

S.t

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

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

(ج) $\sum Z_t - TND = 0$

(د) $\psi.\text{TND} - \sigma = ۰$

که در آن متغیرهای C_j و C_{ij} و B_i, a_{ij}, Z_t، مانند قبل تعریف می‌شوند، σ یک تقریب از انحراف معیار درآمد، TND انحرافات منفی کل از میانگین بازده (سود)، θ **ضریب ریسک**[1]، λ تبدیل منسوب به فیشر، که TND را به تقریبی از انحراف معیار تبدیل می‌کند (اپلند[2]، مک کارل[3] و میلر[4])، 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، ضربدر تقریبی از انحرافات معیار بازده) حداکثر می‌شود.

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

$$\psi.\text{THD} = \sigma \;\Rightarrow\; \sigma = \psi \sum Z_t \qquad (۴)$$

$$\sum Z_t = \text{TND}$$

با جایگزین کردن رابطهٔ (۴) در تابع هدف مدل (۳)، مدل مذکور به‌صورت زیر تغییر خواهد کرد:

$$\text{S.t} \quad \text{Max} : \sum C_j X_j - \theta.\psi.\sum Z_t \qquad (۵)$$

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

$$\sum (C_{jt} - C_j) X_j + Z_t \ge ۰$$

$$\sum Z_t - \text{TND} = ۰$$

1- Risk – aver sion .
2- Apland .
3- Mccarl.
4- Miller .

$X_j, Z_t \geq ۰$

با توجه به این‌که مقدار $\psi = (\frac{۲\pi}{T(T-۱)})^{\frac{۱}{۲}}$ در نتیجه در این تحقیق، چـون، $T = ۶$ (دورهٔ مورد مطالعه ۶ سال است) است، پس $\psi = (\frac{۲\pi}{۶(۶-۱)})^{\frac{۱}{۲}} = (\frac{\pi}{۱۵})^{\frac{۱}{۲}}$ خواهد بود.

۲-۲- مبنای نظری مدل برنامه‌ریزی ریاضی درجهٔ ۲

اساس مدل برنامه‌ریزی درجهٔ ۲، تجزیه و تحلیل میانگین ـ واریانس، درآمد است (E-V) این معیار فرض می‌کند که برتری‌های کشاورز، تابعی از درامد مورد انتظـار و واریـانس مربوطـه است. مجموعه درآمد ـ واریانس کارای برنامهٔ مزرعه را می‌توان با استفاده از برنامه‌ریـزی درجـهٔ ۲ به‌دست آورد. در این روش، واریانس مربوط به درآمدهای مزرعه بـه‌صـورت تـابعی درجـهٔ دو ازسطح فعالیت‌ها و واریانس ـ کواریانس فعالیت‌های زراعی در نظر گرفته می‌شود. فـرم ریاضـی واریانس درامد مزرعه به‌صورت زیر است:

$$V = X^{۱}\sigma X \qquad (۶)$$

$$X = \begin{bmatrix} X_{۱} \\ X_{۲} \\ . \\ . \\ X_{k} \end{bmatrix}, \sigma_{=} \begin{bmatrix} \sigma_{۱۱} & \sigma_{۱۲}..... & \sigma_{Tk} \\ & & \\ \sigma_{k۱} & \sigma_{k۲}..... & \sigma_{kk} \end{bmatrix}$$

در رابطهٔ فوق، v بیان‌گر واریـانس سـود ناخـالص کـل (درآمـد مزرعـه)، X_K ، سـطح 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 منفی‌انـد، اغلـب درآمـدهـای پایـدارتری نـسبت بـه استراتژی های تولید تخصصی‌تر دارند.

برای به‌دست آوردن مجموعهٔ درآمد ـ واریـانس کـارآی مزرعـه، رابطـهٔ (۶) را نـسبت بـه محدودیت درامد انتظاری و محدودیت‌های عوامل تولید به‌شرح زیر حداقل می‌کنیم:

$$\text{Min} \qquad V = X^{۱}\sigma X \qquad (۷)$$

S.T

(الف) $X^{۱}C = T$

(ب) $AX \leq B$

(ج) $X \geq ۰$

$$C = \begin{pmatrix} c_{۱} \\ c_{۲} \\ . \\ . \\ c_{K} \end{pmatrix}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{۱۱}.....a_{ik} \\ . \\ . \\ a_{ki}.....a_{kk} \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} B_{۱} \\ . \\ . \\ B_{K} \end{bmatrix}$$

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

۳- داده‌های مورد نیاز و نحوهٔ جمع‌آوری آن‌ها

داده‌های مورد نیاز از یک نمونه شامل ۱۷۰ مزرعه از مزارع ارسنجان استخراج شده است. هر چند که در منطقهٔ 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 به‌صورت یک مزرعهٔ بزرگ در نظر گرفته‌ایم.

برای تشکیل مدل هدف ـ 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 دورهٔ 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- محاسبهٔ هزینهٔ نقدی مزرعه، (هزینهٔ نقدی به‌صورت تعهد پولی سالانهٔ مورد انتظار برای تولید مزرعه محاسبه شده است) ۲ ـ محاسبهٔ هزینهٔ متغیر تولید، و هزینهٔ متغیر

تولید شامل هزینهٔ پولی، به‌اضافهٔ ارزش دادهٔ متغیر خریداری نشده و ۳ـ بدهی سالانه، به‌اضافهٔ هزینهٔ زندگی، تعریف می‌شود. (برتادور[1]، پروات[2]).

۴- تخمین ضرائب مدل‌ها

۴-۱- ضرائب مدل هدف- موتاد

ضرایب عددی پارامترهای مدل هدف- موتاد (رابطهٔ ۱) در شرایط مختلف (با انتخاب مقادیر هدف و ریسک‌های متفاوت)، تخمین و در جدول (۱) ارائه شده‌اند.

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

سمت	انحراف‌هاي منفي از هدف							فعالیت‌هاي زراعي (هکتار)						
راست		$z_۶$	$z_۵$	$z_۴$	$z_۳$	$z_۲$	$z_۱$	X_4	$X_۵$	$X_۶$	$X_۳$	$X_۲$	$X_۱$	ردیف
								۱٦٤	۱۰۷۸	٥۹۸	٥۷٦	۱۱۲	۳۰۹	تابع هدف
	≤							۲۰۲	۱۳۲۷	۳۷۳	۳۷۲	۱۷۳	۲۲۳	سرمایه
	≤							۲٦٤	۲۰۹۸	۱۰۹۲	۳۳۸	۹۲	۱٦۱	نیروي کار
	≤							۱	۱	۱	۱	۱	۱	زمین
	≤							۳۰۰	٦۰۰	٥٥۰	٥۰۰	۳٥۰	۳٥۰	کود
	≤							۱٤۱	۱٥۳	۲۱۳	۱۷۳۰	٤٤۰	۷٦	آب
													ردیف‌های	ریسک
T	≥						۱	۲٤٤	۲۸۹	۱۹۷	٥۹۰	-۳	۱٦٤	سال اول
T	≥					۱		۱۷۲	۸۱۱	۳۹۱	٦۹۲	۱۹٥	۲۳٥	سال دوم
T	≥				۱			۱۲۰	۱۷۹۱	٤٥۱	٦۷٥	۱۲۱	۲۷۸	سال سوم
T	≥			۱				٥۲	۸۸۸	۷۰۰	٥۱٤	۱۳۰	۳۲۹	سال چهارم
T	≥		۱					۱۸۹	۷۷۱	۸٤۰	٤٤۰	۲٦	۳٦٤	سال پنجم
T	≥	۱						۲۰۷	۱۹۱۳	۱۰۰۸	٥٤٥	۲۰٤	٤۸۳	سال ششم
λ	≤	/۱۷	/۱۷	/۱۷	/۱۷	/۱۷	/۱۷						انحراف منفي	از هدف
۱٥۰۰	≤							۱						محدودیت گوجه فرنگي

مقادیر تابع هدف، هزینه و ردیف‌هاي ریسك به۱۰۰۰ ریال و مقیاس‌هاي نیروي کار به ساعت وکود به کیلوگرم و آب به۱۰۰متر مکعب است.

1- Bertador.
2- perwat

در مدل مذکور ۶ محصول (ذرت، جو، گندم، چغندر قند، گوجه فرنگی، آفتابگردان) و ۶ متغیر مربوط به سال‌های (۱۳۷۸ ـ ۱۳۸۳) و ۷ محدودیت مربوط به عوامل تولید شامل سرمایه، نیروی کار زمین، کود شیمیایی و آب منظور شده است. ضرایب مربوطه نشان دهندهٔ میزان مورد نیاز از هر عامل برای یک هکتار از محصول مورد نظر است. چون قیمت گوجه فرنگی از قضیهٔ 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. خربزه. 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 به‌صورت زیر حساب شده‌اند.

(هزینه‌های متغیر هر واحد محصول j) – (قیمت هر واحد محصول j ام × میزان تولید محصول j ام)= c_{jt} و $C_j = \frac{\sum c_{jt}}{۶}$ و در نهایت ردیف‌های ریسک به‌صورت $C_{kt} - C_j$ محاسبه شده‌اند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲- ضرائب مدل موتاد پیشرفته

		فعالیت‌هاي زراعي (هکتار)						انحراف درآمد مزرعه از میانگین							
ردیف		X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6		
۱	تابع هدف	۳۰۹	۱۱۲	۵۷۶	۵۹۸	۱۰۷۸	۱٦٤	ψ.θ	ψ.θ	ψ.θ	ψ.θ	ψ.θ	ψ.θ	≤	
۲	سرمایه	۲۲۳	۱۷۳	۳۷۲	۳۷۳	۱۳۲۷	۲۰۲							≤	
۳	نیروي کار	۱٦۱	۹۲	۳۳۸	۱۰۹۲	۲۰۹۸	۲٦٤							≤	
٤	زمین	۱	۱	۱	۱	۱	۱							≤	
۵	کود	۳۵۰	۳۵۰	۵۰۰	۵۵۰	٦۰۰	۳۰۰							≤	
٦	آب	۷٦	٤٤	۱۷۳	۲۱۳	۱۵۳	۱٤۱							≤	
ردیف‌هاي ریسك (ده میلیارد ریال)															
۷	سال اول	-۱٤	۱۱۵	۱٤۵	٤۰۱	-۷۸۸	۸۰	۱						≥ 0	
۸	سال دوم	-۱۱٦	۸۳	-۷۳	۲۰۷	-۲٦٦	۸		۱					≥ 0	
۹	سال سوم	-۹۹	۱۰	-۳۰	۱٤۷	۷۱٤	-٤٤			۱				≥ 0	
۱۰	سال چهارم	٦۲	۱۸	۲۰	۱۰۲	-۱۸۹	-۱۱۲				۱			≥ 0	
۱۱	سال پنجم	۱۳٦	-۸۸	۵۵	۲٤۲	-۳۰٦	۲۵					۱		≥ 0	
۱۲	سال ششم	۳۲	۹۲	۱۷٤	٤۱۰	۸۳٦	٤۳						۱	≥ 0	

مقادیر تابع هدف و هزینه به۱۰۰۰۰ریال و مقیاس‌هاي نیروي کار به ساعت وکود به کیلوگرم وآب به۱۰۰متر مکعب است.

مقادیر $\psi = ۰/۴۵۷۶$ و θ بین ۰ تا ۲/۲ منظور و این مدل براین اساس چندین مرتبهٔ حل و نتایج در جدول (۵) ارائه شده‌اند.

۳-۳- **ضرائب مدل برنامه‌ریزی ریاضی درجهٔ دو** مورد استفاده در این تحقیق به‌صورت زیر است:

(۸ MIN ((حداقل کردن

$$V = ۱۲۲۳۸۸X_۱^۲ + ۴۳۶۸۱.۷X_۱X_۲ + ۷۳۲۳۱.۷X_۲^۲ + ۵۵۴۳۰.۵X_۱X_۳ - ۳۳۸۰۴X_۲X_۳ + ۹۳۶۵۱.۹X_۳^۲ + ۳۲۹۳۱۶X_۱X_۴ + ۹۱۵۳۴.۴X_۲X_۴ + ۱۹۲۴۱۱X_۳X_۴ + ۹۲۴۲۵۴X_۴^۲ - ۸۴۵۸.۳X_۵X_۱ - ۱۸۴۷۵X_۲X_۵ - ۲۴۴.۵۲X_۳X_۵ - ۳۰۰۵۱X_۴X_۵ + ۴۶۴۷۰.۵X_۵^۲ + ۴۷۴۹۲۵X_۱X_۶ + ۳۵۰۷۰۳X_۲X_۶ - ۱۱۲۰۲۰X_۳X_۶ + ۱۰۳۱۵۶۰X_۴X_۶ - ۹۳۸۱۲X_۵X_۶ + ۴۰۵۹۰۲۰X_۶^۲$$

Subject to

$$۳۰۸۷۵۶۹X_۱ + ۱۱۱۹۷۳۰X_۲ + ۵۷۶۰۵۱۰X_۳ + ۵۹۷۶۶۱۳X_۴ + ۱۶۴۰۱۰۹X_۵ + ۱۰۷۷۴۷۶۰X_۶ = T \quad (۱)$$

$$X_۱ + X_۲ + X_۳ + X_۴ + X_۵ + X_۶ \le ۳۰۰۰۰ \quad (۲)$$

$$۷۶۰۰X_۱ + ۴۴۰۰X_۲ + ۱۷۳۰۰X_۳ + ۲۱۳۰۰X_۴ + ۱۴۱۰۰X_۵ + ۱۵۳۰۰X_۶ \le ۱۰۰۰۰۰۰ \quad (۳)$$

$$X_۶ \le ۱۵۰۰ \quad (۴)$$

$$۳۵۰X_۱ + ۳۵۰X_۲ + ۵۰۰X_۳ + ۵۵۰X_۴ + ۳۰۰X_۵ + ۶۰۰X_۶ \le \quad (۵)$$

$$۱۶۱X_۱ + ۹۲X_۲ + ۳۳۸X_۳ + ۱۰۹۲X_۴ + ۲۶۴X_۵ + ۲۰۹۸X_۶ \le \quad (۶)$$

$$۲۲۲۹۱۵X_۱ + ۱۷۲۵۰۰X_۲ + ۳۷۲۲۷۱X_۳ + ۳۸۳۰۰۰X_۴ + ۲۰۲۱۲۶X_۵ + ۱۳۲۷۰۰۰X_۶ \le$$

$$X_i \ge ۰, i = ۱,.....,۶ \quad (۷)$$

که در آن ضرائب تابع هدف، بیان‌گر واریانس – کواریانس فعالیت‌ها (به میلیون ریال) و محدودیت‌ها به‌شرح 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 مرتبهٔ حل شده و با استفاده از سطوح درآمد- واریانس به‌دست آمده، یک رابطه بین درآمد و واریانس تخمین زده شده و نتایج طی رابطهٔ (۹) ارائه شده است.

۵- نتایج و بحث

۵-۱- نتایج حل مدل هدف- موتاد

نتایج حاصل از حل مدل، بامنظور کردن E و λهای 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، به‌طوری‌که در سطح پایین ریسک (برای افراد ریسک‌گریز)، ذرت و گوجه فرنگی و برای ریسک‌های بالاتر به‌تدریج گندم جایگزین ذرت می‌شود.

جدول۳ - نتایج تخمین مدل هدف- موتاد پاسخ‌های پایه‌ای

برنامهٔ مزرعه	I	II	III	IV	V	VI
E (میلیارد ریال)	۴۰/۱	٤۰/۳	٤۲	٤٤/۸	٤٥/۲	٤۷/٥
T (میلیارد ریال)	۳۸/۷	۳۸/۷	۳۸/۷	۲٥	۲٥	۲٥
λ (میلیون ریال)	۰	۱۰	۱۲۰	۱۰	۱۲۰	۰
X_1 (گندم ـ هکتار)	۰	۰	۱۲٦/٥	٥۲۸۹	٦۱۱٥	۱۰۱۳۸
X_2 (جو ـ هکتار)	۰	۰	۰	۰	۰	۰
X_3 (ذرت ـ هکتار)	٤۷۱٥	٤٦۹۰	٤۳۹۸	۲۱۳۰	۱۷٦۷	۰
X_4 (چغندر ـ هکتار)	۰	۰	۰	۰	۰	۰
X_5 (آفتابگردان ـ هکتار	۰	۰	۰	۰	۰	۰
X_6 (گوجه فرنگي ـ هکتار	۱۲۰٤/٤	۱۲۳۳	۱٥۰۰	۱٥۰۰	۱٥۰۰	۱٥۰۰
V (ریسك) میلیارد ریال)	۷/۸۲	۷/۹٥	۹/۳	۱۱/۹	۱۲/٥	۱٥/٦

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 پذیرا باشد. این جواب با جواب مدل برنامه‌ریزی خطی ساده یکسان است. در این وضعیت، بایستی ۱۰۱۳۸ هکتار به کشت گندم و ۱۵۰۰هکتار به کشت گوجه فرنگی اختصاص یابد، در حالی که اگر کشاورز بخواهد مطمئن‌تر باشد و ریسک را کاهش دهد (به‌طور مثال از ۱۵/۶به ۱۲/۵)، بایستی ۶۱۱۵۰ هکتار گندم و ۱۷۶۷ هکتار ذرت و ۱۵۰۰هکتار گوجه فرنگی بکارد و بادرآمد ۴۵/۲ میلیارد ریال قانع شود.

نکتهٔ جالب این است که در هیچ حالتی کشت جو، چغندر و آفتابگردان توصیه نشده است. (آمارها نیزحاکی 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.)

۵-۲- نتایج حل مدل برنامه‌ریزی خطی نیز به‌صورت ذیل ارائه شده‌اند.

جدول ۴- مقایسه ترکیب مطلوب محصولات در سال‌های ۷۳ـ۱۳۷۲ و ۸۳ ـ ۱۳۸۲

محصول سال	گندم	جو	ذرت	چغندر قند	یونجه	آفتابگردان	هندوانه	خربزه	خیار سبز	گوجه فرنگی	سود کل (ریال)
۷۲-۷۳	۲۰۰۵	۴۸۶۷	۳۴۳۵	-	-	-	-	۳۶۰	-	-	۱۵۷۶۸۰۸۰۰۰۰
۸۲-۸۳	۵۴۶۴	۱۲۶۷	۲۴۴۰	۱۳۳۶	-	-	-	-	-	۳۶۰	۱۰۹۷۰۹۳۰۰۰۰۰

طبق نتایج ارائه شده در جدول۴، ترکیب مطلوب کشت بین سال‌های ۱۳۸۲تا۱۳۸۳ تغییر کرده است، به‌طوری‌که افزایش سطح زیر کشت پنبه، گندم، چغندرقند و گوجه‌فرنگی و کاهش سطح زیر کشت جو، ذرت و خربزه، به‌منظور افزایش درآمد کشاورزان توصیه شده است.

۵-۳- نتایج حل مدل موتاد پیشرفته

جدول ۵- نتایج تخمین مدل موتاد پیشرفته[1]

ردیف	سود ناخالص کل	ریسک[2]	ذرت	جو	گندم	گوجه فرنگی	چغندر قند
$\theta = ۰$	۴۷/۵	۱۷/۷			۱۰۱۳۸	۱۵۰۰	
	۴۲/۷	۱۱/۲	۳۷۴۴		۱۶۱۶	۱۵۰۰	
	۳۸	۷	۵۰۵۳			۸۲۳	
	۳۳/۵	۶	۵۷۲۷	۲۱۰			
	۲۸/۵	۳/۷	۳۰۲۸	۴۰۰۹		۳۴۰	۱۷۱۹
$\theta = ۱$	۴۷/۵	۱۷/۷			۱۰۱۳۸	۱۵۰۰	
	۴۲/۷	۱۱/۲	۳۷۴۴		۱۶۱۶	۱۵۰۰	
	۳۸	۷	۵۰۵۳			۸۲۳	
	۳۳/۵	۶	۵۷۲۷	۲۱۰			
	۲۸/۵	۳/۷	۳۰۲۸	۴۰۰۹		۳۴۰	۱۷۱۹
$\theta = ۱/۶۶۸$	۴۷/۵	۱۷/۷			۱۰۱۳۸	۱۵۰۰	
	۴۲/۷	۱۱/۲	۳۷۴۴		۱۶۱۶	۱۵۰۰	
	۳۸	۷	۵۰۵۲			۸۲۳	
	۳۶	۶	۴۸۰۱			۷۰۰	۴۴۷
	۲۸/۵	۳/۷	۳۰۲۸	۴۰۰۹		۳۴۰	۱۷۱۹
$\theta = ۲/۱۵۸$	۴۷/۵	۱۷/۷			۱۰۱۳۸	۱۵۰۰	
	۴۲/۷	۱۱/۲	۳۷۴۴		۱۶۱۶	۱۵۰۰	
	۳۸	۷	۵۰۵۲			۸۲۳	
	۳۶	۶	۴۸۰۱			۷۰۰	۴۴۷
	۲۸/۵	۳/۷	۳۰۲۸	۴۰۰۹		۳۴۰	۱۷۱۹

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

بر اساس داده‌های جدول ۵، با افزایش ریسک (در سطوح مختلف ضریب ریسک)، میـزان بازده افزایش می‌یابد در جایی که ریسک حداکثر است، نتایج این مدل با مدل هـدف- موتـاد و برنامه‌ریزی خطی یکسان اسـت (۱۰۱۲۸ هکتـار گنـدم و ۱۷۰۰هکتـار گوجـه فرنگـی) U، در صورتی که کشاورزان ریسک‌گریز باشند، ۳۰۲۸ هکتـار ذرت، ۴۰۰۹ هکتـار جـو، ۳۴۰ هکتـار گوجه فرنگی و ۱۷۱۹ هکتار چغندر، کـشت و درآمـدی معـادل ۲۸/۵ میلیـارد ریـال بـه‌دسـت خواهند آورد.

نکتهٔ جالب این است که تغییر ضـریب ریـسک، تـأثیر بـسیار کمـی روی ترکیـب کـشت می‌گذارد. با مقایسه مدل‌های موتاد-هدف و پیشرفته، در مـی‌یـابیم کـه مـدل موتـاد پیـشرفته به‌دلیل وارد کردن هزینه و ضریب ریسک برنامه‌های متنوع‌تری برای کشت ارائه می‌دهد (چـون مدل موتاد- هدف یک مقدار ثابت برای θ فرض می‌کند؛ اما در مدل موتـاد- پیـشرفته، θ بـین صفر تا ۲/۱۵۸ تغییر می‌کند.)

۴-۵- *نتایج حل مدل برنامه‌ریزی ریاضی درجهٔ دو*

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

جدول ۶- برنامه‌های بهینهٔ مزرعه با ریسک‌های متفاوت

پاسخ‌های پایه ای					
	I	II	III	IV	V
درآمد [1]	۴۷/۴۶۴	۴۰/۴۶۴	۳۵/۴۶۴	۳۰/۴۶۴	۲۵/۶۴۶
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

۱ـ اعداد بر حسب میلیارد ریال است

ستون I در جدول فوق بیان‌گر برنامهٔ مزرعه با فرض وجود حداکثر ریسک است، که با جواب برنامه‌ریزی خطی یکسان است . به‌طوری‌که باز هم در بالاترین میزان ریسک بایستی ۱۰۱۳۸ هکتار گندم و ۱۵۰۰هکتار 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 به‌وجود می‌آید.

با مقایسهٔ این مدل با دو مدل قبل، متوجه می‌شویم که تفاوت نسبتا زیادی بین ترکیبات محصولات در این مدل و دومدل دیگر وجود دارد. به‌طوری‌که در مدل برنامه‌ریزی درجهٔ 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 رابطهٔ درآمد - واریانس (ریسک) به‌صورت زیر است:

$$y = -۲/۸۲\times۱۰^{۹} + \frac{۷/۴۷}{۱۰^{۸}}.V - \frac{۳/۴۶}{۱۰^{۲۷}}.V^{۲} + \frac{۶/۲}{۱۰^{۴۷}}V^{۳} \qquad (۹)$$

(t) (-۱/۶۵) (۲/۵) (-۲) (۲/۱)

(واریانس = V و درآمد = Y) $D.W = ۲/۲$ و $R^{۲} = ۰/۹۸$

تمامی ضرائب رابطهٔ فوق در سطح ۱۰ درصد معنی‌دارند.

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

فهرست منابع

۱- ترکمانی، ج. (۱۳۷۵ الف) «*تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت: کاربرد روش برنامه‌ریزی مطلوبیت انتظاری مستقیم*» چکیدهٔ مقالات اولین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، فروردین ۱۳۷۵، زابل.

۲- ترکمانی، ج. (۱۳۷۵ ب) «*استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی توام با ریسک در تعیین کارایی بهره برداران کشاورزی*» مجلهٔ علوم کشاورزی ایران، شمارهٔ ۲۷.

۳- ترکمانی، ج. (۱۳۷۳ ج) «*دخالت دادن ریسک در برنامه‌ریزی اقتصاد کشاورزی: کاربرد برنامه‌ریزی درجهٔ دوم توأم با ریسک*» اقتصاد کشاورزی و توسعه، شمارهٔ ۱۴.

۴- ترکمانی، ج و ع. کلائی (۱۳۷۸) *تأثیر ریسک بر الگوی بهینهٔ بهره‌برداران کشاورزی، مقایسهٔ روش‌های برنامه‌ریزی توأم با ریسک موتاد (MOTAD) و*

تارگت موتاد (TAGET MOTAD)، فصل‌نامهٔ اقتصاد کشاورزی و توسعهٔ سال ۷، شمارهٔ ۲۵: ۷ـ۲۸.

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 fficiency, 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) "*Incorprorting 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 Rotection*. Southern Journal of Agriculuural Economics, Volume 22, Number l, 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 به‌صورت زیر است:

$$U = c + aR + b.\min(R - T.\circ)$$

در مدل فوق R درامد، T سطح درآمد هدف‌اند. 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 به‌صورت زیر است:

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

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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی