

به نام خداوند بخشنده و مهربان



پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی

گروه اقتصاد کشاورزی

تعیین الگوی کشت بهینه توسط برنامه ریزی خطی، موتاد

و موتاد هدف و مقایسه ی روشها

(شهرستان دماوند)

استاد درس: آقای دکتر کوپاهی

تهیه کننده: سهیل رضایی

پروژه درس برنامه ریزی ریاضی در کشاورزی (کارشناسی ارشد)

چکیده:

هدف از انجام این تحقیق، تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی آبی در شهرستان دماوند در استان تهران با استفاده از انواع روش برنامه ریزی خطی و برنامه ریزی در شرایط وجود ریسک می باشد. در این تحقیق از برنامه ریزی خطی ساده، برنامه ریزی مدل موتاد و موتاد هدف استفاده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید که باید در این منطقه محصولاتی از قبیل گندم، خیار و سیب زمینی کشت شوند. در نهایت نتایج بدست آمده از روشهای ذکر شده با یکدیگر مقایسه شدند.

مقدمه:

یکی از مشکلات اساسی و مشخصه های اصلی کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، نبود بهره وری در بخشهای مختلف اقتصادی است، که این معضل خود ناشی از نبود تخصیص بهینه منابع و عوامل تولید است. محدودیت منابع و عوامل تولید از مهمترین مسایل پیش روی تولید کنندگان است. بدین معنا که تولید کنندگان محصولات کشاورزی برای تولید محصولات خود محدودیت هایی در زمینه ی استفاده از زمین، سرمایه، نیروی کار و ... دارند. نداشتن آگاهی از محدودیتها می تواند در کاهش بهره وری موثر باشد. چرا که محدودیت ها در سایر زمینه ها موجب می شود که تولید کننده برای افزایش تولیدات خود بدون توجه به میزان مصرف بهینه نهاده ها(کود، سم، بذر و ...) آنها را مصرف کند و باعث کاهش تولید و بهره وری عوامل شود. این امر در نهایت موجب کاهش و حتی در بسیاری موارد موجب منفی شدن ارزش تولید نهایی تولید کننده می شود و کاهش بهره وری را همراه دارد.

مدیریت آب، زمین، نیروی کار و سایر عوامل تولید همواره تاثیرات معنی داری بر تولیدات کشاورزی می گذارند و در صورت برنامه ریزی درست می توان کشاورزان را در راه تخصیص بهینه ی این منابع هدایت کرد تا تولید کشاورزی خود را در واحد سطح بالا ببرند و بدین وسیله از اتلاف نیروی انسانی و منابع کمیاب کشاورزی جلوگیری شود. بدیهی است که کشاورزان ما با گزینه های مختلف فعالیت زراعی، دامی و باغی همراه با ریسک روبرو می باشند که تمام آنها به یک سری نهاده های محدود و در عین حال مشابه نیازمندند. اگر این فرض را قبول داشته باشیم که کشاورزان خواهان حداکثر سود هستند(با در نظر گرفتن ریسک) این سوال مطرح می شود که از میان گزینه های مختلف برای تولید محصول کدام را با چه مقدار ریسک برگزینند که سود آنها حداکثر شود؟ کدام ترکیب از عوامل تولید را انتخاب کنند تا ضمن اینکه هزینه ی تولید حداقل می شود تولیدشان در حد مطلوب قرار گیرد؟ رسیدن به این هدف نیازمند برنامه ریزی دقیق و حساب شده ای می باشد. ابتدا باید فعالیت تولیدی را که زارع می تواند انجام دهد شناخت و سپس

محدودیت‌هایی را که بر میزان تولید اثر می‌گذارد در کنار آن قرار داد تا با در نظر گرفتن این محدودیت‌ها بتوان فعالیت تولیدی بهینه و در پی آن ترکیب بهینه‌ی عوامل تولید را با توجه به ریسک پیدا کرد. برنامه ریزی با استفاده از مدل‌های موتاد^۱ و موتاد هدف^۲ تکنیک‌هایی است که از چنین قابلیت‌هایی برخوردار است. این تکنیک‌ها از ابزارهای برنامه ریزی در کشاورزی و سایر بخش‌ها می‌باشند. با به کارگیری این تکنیک‌ها می‌توان چندین محدودیت و چندین فعالیت را به طور همزمان و با توجه به ریسک بررسی کرد.

آشنایی با منطقه مورد مطالعه:

شهرستان دماوند در ۵۵ کیلو متری شهر تهران و در شرق استان واقع شده است. این شهرستان با مساحتی حدود ۱۸۸ هزار هکتار در محدوده‌ی شهرستان‌های فیروزکوه، آمل، ورامین و گرمسار قرار دارد و منطقه‌ای کوهستانی است که متوسط ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۲۰۰۰ متر است، از میزان ۱۸۸ هزار هکتار مساحت شهرستان، ۸۳ درصد جزو منابع ملی و ۱۶ درصد جزو زمینهای زراعی و باغات و حدود یک درصد مابقی نیز جزو حوزه‌ی شهری است. این شهرستان از آب و هوای مناسبی جهت کشت محصولات زراعی و باغی گوناگونی برخوردار است. کوهپایه‌ای بودن و کمبود زمینهای مسطح منطقه، باعث شده است که، مساحت نسبتاً محدودی از کل زمینهای موجود به زراعت اختصاص یابد. با توجه به کیفیت محصولاتی نظیر خیار و سیب زمینی و وجود بازار مناسب برای محصولات در مراکز مصرف، تعیین ترکیب کشت محصولات گوناگون بر اساس محدودیت‌های موجود در منطقه امری ضروری می‌باشد.

روش تحقیق:

این مطالعه بر اساس اطلاعات بدست آمده از پرسش نامه‌های تهیه شده توسط جهاد کشاورزی استان تهران در سطح ۱۷۴/۱ هکتار در سال ۱۳۸۱ بدست آمده است. قابل ذکر است که در پرسش نامه‌ها اطلاعات مربوط به جوی دیم نیز موجود بود، و بدلیل اینکه سایر محصولات (گندم، خیار، سیب زمینی، جو، گوجه فرنگی) آبی بودند، از اطلاعات این محصول در مطالعه‌ی حاضر استفاده نشد. اطلاعات سری زمانی در فاصله‌ی سالهای ۱۳۷۰ - ۱۳۸۰ نیز از طریق بانک داده‌ی وزارت جهاد کشاورزی جمع‌آوری شد (در پرسشنامه‌ها کلیه‌ی هزینه‌های جاری و درآمدهای محصولات مورد مطالعه به تفکیک مورد سوال قرار گرفته‌اند). برای تعیین الگوی کشت بهینه منطقه از روشهای برنامه ریزی خطی ساده، مدل موتاد و موتاد هدف تحت شرایط ریسکی استفاده شد.

^۱ MOTAD (Minimization Of Total Absolute Deviation)

^۲ TMOTAD

مبانی نظری برنامه ریزی خطی ساده:

برنامه ریزی خطی روش تعیین ترکیب ایجاد کننده بهینه تابع هدف مناسب شامل حداکثر کردن سود یا حداقل نمودن هزینه با توجه به گزینه های تولیدی موجود در مزرعه است که دسترسی به این ترکیب بهینه با توجه به مجموعه ای از محدودیت های ثابت درون مزرعه ممکن می باشد.

برای ایجاد یک مدل برنامه ریزی خطی به اطلاعات زیر نیاز داریم:

۱- فعالیتهای قابل انجام در مزرعه، واحدهای اندازه گیری آنها، نیازشان به منابع و هر نوع محدودیت مشخص بر سر راه آنها.

۲- محدودیت های منابع ثابت مزرعه

۳- پیش بینی خالص درآمدها از هزینه های متغیر برای هر واحد از فعالیت که به آن سود ناخالص می گویند.

مدل برنامه ریزی خطی بصورت الگوی زیر تعریف می شود:

$$\text{Max } E = \sum_i C_i X_i \quad i = 1, \dots, n$$

Subject to :

$$\sum_i a_{ij} X_i \leq b_j \quad j = 1, \dots, m$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, n$$

تابع هدف مورد نظر سود ناخالص (E) را محاسبه می کند و فعالیت X_i فعالیت زراعی i ام و b_j مقادیر موجود از نهاده j ام می باشد، a_{ij} مقدار j امین منبع برای تولید هر واحد از i امین فعالیت می باشد. در ضمن هر یک از سطوح فعالیت ها مقادیری منفی نخواهند شد.

در این مطالعه ضرایب فنی تابع هدف (درآمد های ناخالص هر محصول در سال مورد نظر بر حسب هکتار) و محدودیت های مدل برنامه ریزی خطی به صورت زیر ارائه می شود:

تابع هدف:

$$\text{Max } E = 144766 \cdot X_1 + 1241048 \cdot X_2 + 1282283 \cdot X_3 + 74415 \cdot X_4 - 118880 \cdot X_5$$

محدودیت ها:

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 \leq 174/1 \quad \text{محدودیت زمین (هکتار)}$$

$$28/4 X_1 + 49 X_2 + 76/4 X_3 + 35/6 X_4 + 37/8 X_5 \leq 6687/7 \quad \text{محدودیت نیروی کار سالیانه (نفر-روز)}$$

$$44546 X_1 + 431481 X_2 + 439256 X_3 + 42846 X_4 + 30000 X_5 \leq 52003980 \quad \text{محدودیت آب سالیانه (ریال)}$$

$$X_1 \geq 15/8 \quad \text{محدودیت خود مصرفی (هکتار)}$$

X_1 نشان دهنده ی (گندم)، X_2 (خیار)، X_3 (سیب زمینی)، X_4 (جو آبی) و X_5 (گوجه فرنگی) می باشند.

محدودیت خود مصرفی نشان دهنده ی تمایل کشاورزانی است که در سالیان گذشته نیز این مقدار گندم را کشت می کردند و تمایلی به کشت محصولات دیگر ندارند. (احتمالا دلیل عدم تمایل، وجود قیمت تضمینی دولت می باشد).

مبانی نظری مدل موتاد^۳:

روش برنامه ریزی موتاد تقریب خطی روش برنامه ریزی ریاضی توام با ریسک از نوع درجه دوم^۴ است. هیزل، برای مقابله با مشکلات تخمین ماتریس وارینانس - کوواریانس مورد نیاز درجه دوم، پیشنهاد استفاده از «انحراف مطلق بازده محصولات از میانگین بازده^۵» آنها را ارایه کرد. بنابر این در روش موتاد اندازه گیری ریسک بر اساس معیار «انحراف مطلق بازده» قرار دارد. این معیار را می توان به سادگی در الگوی برنامه ریزی خطی منظور کرد و آن را با نرم افزارهای

^۳ MOTAD Model

^۴ Quadratic Risk Programming

^۵ Mean Absolute Deviation

معمول حل این نوع مسایل اجرا کرد. در شرایطی که درآمد بهره برداران توزیع نرمال است، با تغییر دادن درآمد انتظاری الگوی موتاد به صورت پارامتریک، می توان جوابهای مشابه با روش درجه دوم ساخت.

هیزل و نورتون نشان دادند که اگر X_j و δ_{jk} ، به ترتیب نمایانگر سطح فعالیتها و ماتریس واریانس- کوواریانس بین بازده فعالیتهای J و K باشد، می توان واریانس بازده کل را به صورت زیر تعریف کرد:

$$V = \sum_j \sum_k X_j X_k \delta_{jk}$$

در حل برنامه ریزی به روش درجه دوم باید V حداقل شود. با این حال هیزل ثابت کرد که برای محاسبه δ_{jk} می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\delta_{jk} = \left(\frac{1}{S-1}\right) \sum_s (C_{js} - C_j)(C_{ks} - C_k)$$

که در آن S ، تعداد مشاهدات نمونه مورد مطالعه، C_{js} ، بازده فعالیت J ام در سال S و C_j میانگین بازده نمونه مورد مطالعه است. همچنین او نشان داد که با استفاده از رابطه یاد شده می توان تخمین واریانس بازده کل مورد نیاز روش درجه دوم را به نحو زیر محاسبه کرد:

$$V = F \left\{ \left(\frac{1}{S} \right) \sum_s \left| \sum_j C_{js} X_j - \sum_j C_j \right| \right\} = F\{MAD\}$$

بدین ترتیب او رابطه بین برآورد واریانس (V) و انحراف مطلق بازده محصولات از میانگین را نشان داد. از سوی دیگر در روش انحراف مطلق بازده محصولات، میانگین انحرافات مطلق درآمد (A) به صورت زیر تعریف می شود:

$$A = \left(\frac{1}{S} \right) \sum_r \left| \sum_j (C_{ri} - g_i) X_i \right| \quad r = 1 \dots s, \quad j = 1 \dots n$$

که در آن g_i ارزش متوسط بازده ناخالص i امین رشته فعالیت، C_{ri} ، درآمد ناخالص i امین رشته فعالیت در r امین سال و X_i نیز سطح i امین رشته فعالیت است.

با استفاده از درآمد انتظاری E و A ، به عنوان پارامترهای قطعی در انتخاب الگوی کشت بهینه مزرعه، می توان طرحهای کشت کارای $E-A$ که در واقع در سطح مشخصی از درآمد انتظاری دارای حداقل میانگین مطلق انحراف هستند را به دست آورد. معیار $E-A$ ویژگی مهمی نسبت به معیار $E-V$ دارد و آن استفاده از الگوریتم برنامه ریزی خطی جهت ارزیابی طرحهای کارای کشت است. بنابر این با توجه به این که عبارت $\frac{1}{S}$ عددی ثابت است، می توان A را

با توجه به محدودیتهای زیر حداقل کرد:

$$\sum_i f_i x_i = E \quad E = 0 \rightarrow M$$

$$\sum_i a_{ij} X_i \leq b_j \quad j = 1, \dots, m$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, n$$

که در آن درآمد ناخالص انتظاری \bar{I} امین رشته فعالیت است، a_{ij} نیازهای فنی \bar{I} امین رشته فعالیت از \bar{J} امین نهاده و b_j نیز میزان نهاده قابل دسترس است. M یک عدد بزرگ و بقیه نمادها مانند قبل تعریف می شوند. جهت تبدیل روابط بالا به یک مدل برنامه ریزی خطی، متغیر Y_r به صورت زیر تعریف می شود:

$$Y_r = \sum_i C_{ri} X_i - \sum_i g_i X_i \quad r = 1, \dots, s$$

رابطه بالا را می توان به صورت زیر باز نویسی کرد:

$$Y_r = Y_r^+ - Y_r^-$$

$$Y_r^+, Y_r^- \geq 0$$

که Y_r ارزش انحراف کل درآمد ناخالص در r امین سال از بازده متوسط و Y_r^- و Y_r^+ به ترتیب ارزشهای مثبت و منفی Y_r است. در اینجا Y_r از نظر علامت دارای محدودیت نبوده و اگر Y_r^- و Y_r^+ را در برخی مقادیر حداقل به دست آوریم، در آن صورت حداقل یکی از آنها برابر صفر می شود، به طوریکه:

$$|Y_r| = Y_r^+ + Y_r^-$$

بر این اساس مدل برنامه ریزی خطی زیر را برای یافتن میزان بهینه X_i در نظر بگیرید:

$$\text{Min} A = \sum_r (Y_r^+ + Y_r^-)$$

Subject to :

$$\sum_i Y_i (C_{ri} - g_i) X_i - Y_r^+ + Y_r^- = 0 \quad r = 1, \dots, s$$

$$\sum_i f_i x_i = E \quad E = 0 \rightarrow M$$

$$\sum_i a_{ij} X_i \leq b_j \quad j = 1, \dots, m$$

$$X_i, Y_r^+, Y_r^- \geq 0 \quad \text{For all } i \text{ and } j$$

تمامی مقادیر بالا مانند قبل تعریف می شوند.

مدل برنامه ریزی خطی گفته شده می تواند بصورت پارامتری جهت به دست آوردن یک سری از الگوهای کشت که با توجه به سطح مشخصی از درآمد انتظاری و میانگین انحرافات مطلق درآمد کارا هستند، مورد استفاده قرار گیرند. از آنجایی که مدل یاد شده میزان A را به حداقل می رساند، می توان آن را مدل حداقل کردن کل انحرافات مطلق^۶ نامید.

برای یک الگوی کشت مشخص، اگر عبارت $\sum_i (C_{ri} - g_i)X_i$ مثبت باشد، می توان رابطه زیر را نوشت:

$$Y_r^+ = \left| \sum_i (C_{ri} - g_i)X_i \right|$$

در غیر این صورت عبارت بالا برابر صفر می شود.

به طریق مشابه اگر عبارت $\sum_i (C_{ri} - g_i)X_i$ منفی شود خواهیم داشت:

$$Y_r^- = \left| \sum_i (C_{ri} - g_i)X_i \right|$$

و در غیر این صورت نیز عبارت فوق نیز برابر صفر می شود.

بنابر این $\sum_i Y_r^+$ به صورت مجموع مقادیر مطلق انحرافات درآمد ناخالص کل مثبت از درآمد انتظاری بر اساس

میانگین درآمدهای ناخالص نمونه تعریف می شود. به طریق مشابه، $\sum_i Y_r^-$ نیز مجموع مقادیر مطلق انحرافات درآمد

ناخالص کل منفی از درآمد انتظاری بر اساس میانگین درآمدهای ناخالص نمونه است. بنابراین با فرض g_i به عنوان

میانگین درآمدهای ناخالص رشته فعالیت 1 ام تساوی زیر برقرار خواهد بود:

$$\sum_i Y_r^- = \sum_i Y_r^+$$

با توجه به عبارت بالا، در واقع به روش دیگری جهت تشکیل مدل موتاد دست می یابیم که تنها بر اساس حداقل کردن

مجموع مقادیر مطلق انحرافات منفی از درآمد ناخالص کل است.

مدل نهایی به صورت زیر نوشته می شود:

$$\text{Min}Z = \sum_i Y_r^-$$

Subject to :

$$\sum_i a_{ij}X_i \leq b_j \quad j = 1, \dots, m$$

$$\sum_i (C_{ri} - g_i)X_i + Y_r^- \geq 0 \quad r = 1 \dots s$$

$$\sum_i f_i x_i = E \quad E = 0 \rightarrow M$$

$$X_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, n$$

تمامی نمادها به صورت قبل تعریف می شوند.

این مدل نیز قابل حل بوسیله ی الگوریتم برنامه ریزی خطی به صورت پارامتری است. هر دو مدل گفته شده مشابه هم می باشند و نتایج یکسانی را دارند. این مدلها را مدل موتاد می نامند.

مبانی نظری مدل تارگت موتاد^۷:

مدل تارگت موتاد نیز گزینه ای از برنامه ریزی ریاضی است که از نظر محاسباتی کارا بوده و بر خلاف روش میانگین-واریانس و موتاد، مجموعه ای از طرحهای گوناگون را ارایه می کند. در مدل تارگت موتاد، ریسک بوسیله ی انحراف منفی از یک بازده هدف اندازه گیری می شود. در حالی که مدل موتاد، ریسک را به صورت انحراف منفی از میانگین درآمد محاسبه می کند. این امر از نقطه نظر کشاورز در واقع انحراف از یک سطح ثابت تحمیلی است. بنابر این، مدل تارگت موتاد، از دید نظری، تقریب بهتری نسبت به مدل موتاد را برای برنامه ریزی توام با ریسک فراهم می آورد.

روش تارگت موتاد به دلیل این که تصمیم گیرنده بیشتر تمایل به حداکثر کردن بازده انتظاری خود داشته، ولی به طور معمول با بازده خالصی پایینتر از حد هدف بحرانی روبرو است، می تواند مفید واقع شود. برای مثال یک کشاورز تمایل به فروش محصول خود به بالاترین قیمت انتظاری را دارد، اما از طرفی نیز نگران فروش آن به قیمتی پایینتر از میزان هزینه تولیدش است. در مدل تارگت موتاد بازده به صورت مجموع حاصل ضرب بازده های انتظاری رشته فعالیتهاى منفرد محاسبه می شود. همچنین تغییرات پارامتری ریسک امکان به دست آوردن یک مرز ریسک-بازده را فراهم می آورد.

مدل ریاضی تارگت موتاد به صورت زیر نوشته می شود:

$$\text{Min} E_{(z)} = \sum_i C_i X_i$$

Subject to :

$$\sum_i a_{ij} X_i \leq b_j \quad j = 1, \dots, m$$

$$T - \sum_i C_{ri} X_i - Y_r \leq 0 \quad r = 1 \dots s$$

^۷ Target MOTAD Model

$$\sum_r P_r Y_r = D$$

$$D = 0 \rightarrow M$$

$$X_i, Y_r \geq 0$$

$$i = 1, \dots, n$$

که در آن :

E بازده انتظاری طرح

C_i بازده انتظاری رشته فعالیت i

X_i سطح رشته فعالیت i

a_{ij} نیازهای فنی رشته فعالیت i برای منابع j

b_j سطح منابع یا محدودیت j

T سطح بازده هدف

C_{ri} بازده رشته فعالیت i برای هر سال r

Y_r انحراف از T به سمت پایین برای هر سال r

P_r احتمال وقوع برای هر سال r

D مقدار انحراف منفی انتظاری از T

m تعداد محدودیتهای منابع

S تعداد وضعیتها یا سالها

M و یک عدد بزرگ است.

هدف این مطالعه ارزیابی الگوی بهینه کشت تحت شرایط وجود ریسک از طریق دو روش موتاد و موتاد هدف و نیز

مقایسه نتایج به دست آمده از روشهای گفته شده با هم و روش برنامه ریزی خطی سنتی است.

نتایج و بحث:

هر منطقه ای که مستعد کشاورزی و زراعت است، کشاورزان به طور سنتی محصولاتی که از قدیم و سینه به سینه در آن منطقه کشت می شده است را کشت می کنند. با توجه به اینکه عوامل تولید موجود در هر منطقه محدود می باشند، کشاورزان را مجبور به کشت محصولاتی می کند که از نهاده های محدود کمتر استفاده کنند. یکی از مزایای تعیین الگوی کشت در مناطق زراعی این است که با توجه به محدودیت های موجود محصولاتی را پیشنهاد می دهد که با حداقل استفاده از نهاده های محدود بیشترین سود آوری و درآمدزایی را داشته باشد. یکی از روشهای تعیین الگوی کشت، روش برنامه ریزی خطی ساده می باشد و با توجه به سود آوری هر محصول الگویی را تعیین می کند که حداکثر درآمد و سود آوری دارد. می دانیم که اکثر کشاورزان در کشورهای در حال توسعه ریسک گریز می باشند، به این دلیل و با توجه به اینکه برنامه ریزی خطی ساده در حالت حداکثر ریسک سود را حداکثر می کند، این امکان وجود دارد که کشاورزان در پذیرش الگوی کشت بدست آمده تردید کنند و آنرا مورد پذیرش قرار ندهند.

برای حل این مشکل و وارد کردن ریسک در مدل، روشهای برنامه ریزی موتاد و موتاد هدف ایجاد شده اند که با توجه به درآمدهای انتظاری و مقدار ریسک آن به تعیین الگوی کشت خواهند پرداخت. بواسطه ی برنامه های مختلفی که از این روشها بدست می آید، کشاورزان با گزینه های مختلفی از ریسک و درآمد انتظاری روبرو می شوند و بر اساس مقادیر ریسک (در جداول ۳ و ۴ به وسیله ی جمع مقادیر بدست آمده توسط نرم افزار Lindo) محاسبه شده و درآمد انتظاری به پذیرش هر الگوی دلخواهی مبادرت می ورزند. در این مطالعه از سه روش ذکر شده استفاده گردید که برای نمونه در جداول ۳ و ۴ برنامه های متفاوتی را ارائه کردیم، در نهایت در جدول شماره ۵ نکته را بیان کردیم که جوابهای هر سه مدل در حداکثر ریسک، مقادیر مشابهی را ایجاد کرده اند.

بر اساس مقادیر موجود در جداول ۳ و ۴ ، با توجه به معیار ریسک- درآمد مشاهده می شود که با افزایش ریسک مقدار درآمد هم افزایش می یابد و محصولاتی که نوسان بیشتری در سود آوری (ریسک) داشتند از جمله خیار و سیب زمینی جایگزین سایرین شده و در نهایت خیار که دارای بیشترین نوسان می باشد (نمودار ۲) در الگوی کشت مقدار زمین بیشتری را به خود اختصاص داد. گندم نیز به دلیل دارای قیمت تضمینی از طرف دولت و با توجه به سودآوری کمی که دارد، مقدار کشت ثابتی در تمام مقادیر ریسک و درآمد انتظاری دارد. جو آبی به دلیل سودآوری بسیار کم در مقادیر درآمد انتظاری و ریسک پایین کشت می شود. گوجه فرنگی نیز به دلیل سود آوری کم و ریسک بسیار بالای آن (نمودار ۵) نیز از الگو کنار گذاشته خواهد شد. بیشترین جایگزینی بین خیار و سیب زمینی می باشد که به دلیل ریسک و درآمد

انتظاری مختلف جایگزین هم می شوند. نکته جالب این است که کشاورزان منطقه به طور سنتی و بدون هیچ گونه اطلاع قبلی مبادرت به کشت خیار و سیب زمینی در سطح وسیع تری نسبت به سایر محصولات می کنند. این امر نشان از درک بالا و ریسک پذیری کشاورزان منطقه دارد.

در پایان باید به این نکته اشاره شود که این مطالعه با استفاده از آمار و اطلاعات موجود در مدیریت جهاد کشاورزی استان تهران تهیه شده است و صحت و سقم آن نیز به عهده سازمان مذکور می باشد، و باید برای مطالعه کاملتر و دقیقتر آمار و اطلاعات جزیی تر کلیه محصولات شهرستان را در نظر گرفته شود که نتایج از دقت بالاتری برخوردار شوند.

منابع :

- ۱- ترکمانی جواد، علی کلایی، ۱۳۷۸، تاثیر ریسک بر الگوی بهینه بهره برداران کشاورزی، فصلنامه اقتصاد و توسعه کشاورزی، سال هفتم، شماره ۲۵
- ۲- مظفری سیامک، ۱۳۷۴، استفاده از برنامه ریزی خطی در تعیین الگوی کشت بهینه و عوامل تولید، فصلنامه اقتصاد و توسعه کشاورزی، سال سوم، شماره ۹
- ۳- محمدی هادی، جواد ترکمانی، ۱۳۸۰، کاربرد مدل برنامه ریزی هدف توام با ریسک در بررسی پذیرش فناوری نوین از سوی ذرت کاران استان فارس، فصلنامه اقتصاد و توسعه کشاورزی، سال نهم، شماره ۳۳
- ۴- هیزل پیتر بی آر، راجر دی نورتون، ۱۳۸۱، برنامه ریزی برای تحلیل اقتصادی در کشاورزی، رامین فروتن، انتشارات ابجد، تهران

جدول شماره ۱ مدل مواتد

گندم	خيار	سيب زميني	جو آبي	گوجه فرنگي	سال ۱	سال ۲	سال ۳	سال ۴	سال ۵	سال ۶	سال ۷	سال ۸	سال ۹	سال ۱۰	سال ۱۱		طرف راست (RHS)
تابع هدف	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱		حداقل شود
سود انتظاري (ريال)	۱۴۴۷۴۶۰	۱۲۴۱۰۴۸۰	۱۲۸۲۲۸۳۰	۷۴۴۱۵۰	-۱۱۸۸۸۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	=	E
زمين (هكتار)	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≤	۱۷۴/۱
نيروي كار (نفر-روز)	۲۸/۴	۴۹	۷۶/۴	۲۵/۶	۳۷/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≤	۶۶۸۶/۷
آب بهاء (ريال)	۴۴۵۴۶	۴۳۱۴۸۱	۴۳۹۲۵۲	۴۲۸۴۶	۳۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≤	۵۲۰۰۳۹۸۰
خود مصرفي	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≥	۱۵/۸
سال ۱	-۱۳۴۰۵۴۵	۱۰۵۱۱۴۸۲	-۱۱۹۰۶۱۶	-۱۳۱۲۷/۸	۱۵۵۹۴۶۸	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≥	۰
سال ۲	۱۰۶۸۶۲۶	-۳۷۳۷۳۵۷	-۴۰۴۲۰۲۳	۷۳۸۹۰۳/۶	-۸۸۵۳۹۹۸	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≥	۰
سال ۳	۱۶۶۱۳۲/۴	۵۹۲۲۹۳	-۸۱۱۴۶۷۷	۹۵۵۴۸۸.۵	۱۲۵۳۱۶۲۵	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≥	۰
سال ۴	۳۷۰۸۹۴/۹	۱۱۷۹۰۸۰۸	-۱۳۷۱۲۸۶۸	۴۱۳۷۴/۸۹	-۱۵۴۰۶۸۸	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≥	۰
سال ۵	۷۴۴۷۰۲/۳	-۴۴۳۲۴۲۴	-۲۱۴۶۰۳۸۴	۶۳۳۶۹۳/۳	-۸۱۶۳۹۰۵	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	≥	۰
سال ۶	-۱۱۱۴۱۹۸	-۶۴۲۰۶۴۷	۴۳۵۴۱۷۹	-۱۰۷۳۰۵۳	۸۲۵۶۵۷۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	≥	۰
سال ۷	۳۴۳۹۰۲/۶	۵۷۳۷۶۶/۵	۸۴۲۷۰۶۱	-۱۹۱۷۴۵	۴۰۵۳۰۸۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	≥	۰
سال ۸	-۶۳۸۱۱۳	-۴۴۶۳۱۸۶	۷۲۷۲۸۲۹	-۶۸۰۶۷۵	-۴۰۲۶۴۸۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	≥	۰
سال ۹	-۷۶۸۱۷۰	-۲۲۳۱۹۱۳	۳۱۱۲۳۴۴	-۵۳۱۱۰۶	۲۶۹۶۲۱۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	≥	۰
سال ۱۰	-۴۱۱۷۳۴	-۶۳۷۲۷۸۰	۱۴۸۰۶۶۹۱	-۱۵۷۲۷۷	-۱۵۱۴۲۶۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	≥	۰
سال ۱۱	۱۵۷۹۱۰۲	۴۱۸۹۹۵۸	۱۰۵۴۷۴۶۳	۲۷۷۵۲۴/۲	-۱۳۳۹۸۶۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	≥	۰

ماخذ: یافته تحقیق

جدول شماره ۲ . مدل متاد هدف

گندم	خيار	سيب زمينی	جو آبی	گوجه فرنگی	سال ۱	سال ۲	سال ۳	سال ۴	سال ۵	سال ۶	سال ۷	سال ۸	سال ۹	سال ۱۰	سال ۱۱	طرف راست (RHS)	
تابع هدف (ريال)	۱۴۴۷۴۶۰	۱۲۴۱۰۴۸۰	۱۲۸۲۲۸۳۰	۷۴۴۱۵۰	-۱۱۸۸۸۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	حداكثر شود	
زمین(هکتار)	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≤	۱۷۴/۱
نیروی کار(نفر-روز)	۲۸/۴	۴۹	۷۶/۴	۳۵/۶	۳۷/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≤	۶۶۸۶/۷
آب بهار (ريال)	۴۴۵۴۶	۴۳۱۴۸۱	۴۳۹۲۵۲	۴۲۸۴۶	۳۰۰۰۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≤	۵۲۰۰۳۹۸۰
خود مصرفی	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≥	۱۵/۸
سال ۱	۸۷۳۴۲۰/۵	۱۷۵۹۴۵۹۹	۷۵۸۵۴۷۳	۱۳۱۹۷۳۶	۵۸۷۱۷۴۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≥	T
سال ۲	۳۲۸۲۵۹۲	۳۳۴۵۷۶۱	۴۷۳۴۰۶۵	۲۰۷۱۷۶۷	-۴۵۴۱۷۲۵	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≥	T
سال ۳	۲۳۸۰۰۹۸	۷۶۷۵۴۱۱	۶۶۱۴۱۱/۶	۲۲۸۸۳۵۲	۱۶۸۴۳۹۰۷	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≥	T
سال ۴	۲۵۸۴۸۶۱	۱۸۱۷۳۹۲۶	-۴۹۳۶۷۷۹	۱۳۷۴۲۳۹	۲۷۷۱۵۸۵	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	≥	T
سال ۵	۲۹۵۸۶۶۸	۲۶۵۰۶۹۴	-۱۲۶۸۴۲۹۵	۱۹۶۶۵۵۷	-۳۸۵۱۶۳۳	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	≥	T
سال ۶	۱۰۹۹۷۶۸	۶۶۲۴۷۰/۴	۱۳۱۳۰۲۶۷	۲۵۹۸۱۰/۵	۱۲۵۶۸۸۴۳	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	≥	T
سال ۷	۲۵۵۷۸۶۹	۷۶۵۶۸۸۴	۱۷۲۰۳۱۵۰	۱۱۴۱۱۱۹	۴۷۱۷۵۸۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	≥	T
سال ۸	۱۵۷۵۸۵۳	۲۶۱۹۹۳۱	۱۶۰۴۸۹۱۸	۶۵۲۱۸۸/۷	۲۷۵۷۸۸/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	≥	T
سال ۹	۱۴۴۵۱۹۶	۴۸۵۱۲۰۴	۱۱۸۸۸۴۳۳	۸۰۱۷۵۷/۴	۷۰۰۸۴۹۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	≥	T
سال ۱۰	۱۸۰۲۲۳۲	۷۱۰۳۳۷/۶	۲۳۵۸۲۷۷۹	۱۱۷۵۵۸۷	۲۷۹۸۰۰۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	≥	T
سال ۱۱	۳۷۹۳۰۶۸	۱۱۲۷۳۰۷۶	۱۹۳۲۳۵۵۲	۱۶۱۰۲۸۸	۲۹۷۲۴۱۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	≥	T
	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	≤	D

ماخذ: یافته تحقیق

جدول شماره ۳. الگوی بهینه کشت مدل موتاد (هزار ریال)				
E=۱۵۰۱۳۲۰	E=۱۴۹۲۸۴۰	E= ۱۲۵۰۰۰۰	E=۵۸۲۰۶۸	رشته فعالیت
۱۵/۸	۱۵/۸	۳۳/۸۴	۱۳۷/۹۶	گندم
۱۰۳/۰۶	۱۰۱/۰۴	۵۷/۳۴	۱۸/۴۵	خیار
۱۵/۵۴	۱۶/۸۴	۳۸/۱۶	۱۲/۱۵	سیب زمینی
.	.	.	۲/۰۳	جو آبی
.	.	.	۳/۴۷	گوجه فرنگی
.	.	۵۱۱۹۶۳/۵۵۲	.	سال ۱
.	.	.	.	سال ۲
.	.	.	.	سال ۳
.	۹۶۶۲۱۹/۵۸۴	۱۶۵۳۹۴/۷۸۴	۹۶۸۰۸/۳۵۲	سال ۴
.	.	.	.	سال ۵
.	.	.	.	سال ۶
۱۹۵۵۷۷/۱۵۲	۲۰۵۳۶۲/۸۶۴	۳۶۶۱۲۸/۴۸۰	۱۶۱۵۱۸/۷۰۴	سال ۷
.	.	.	.	سال ۸
.	.	.	.	سال ۹
.	.	۱۸۵۶۵۸/۰۹۶	.	سال ۱۰
۶۲۰۷۶۵/۶۹۶	۶۲۵۹۸۱/۱۸۴	۶۹۶۲۲۴/۳۲۰	۴۱۹۳۴۹/۶۹۶	سال ۱۱
۲۸۶۷۹۵۴	۲۸۲۸۴۱۸	۱۹۲۵۳۶۹	۶۷۷۶۷۶/۷	تابع هدف
۱۵۰۱۳۲۰	۱۴۹۲۸۴۰	۱۲۵۰۰۰۰	۵۸۲۰۶۸	بازده

ماخذ: یافته تحقیق

جدول شماره ۴. الگوی بهینه کشت مدل موتاد هدف (هزار ریال)

T=۱۴۵۰۰۰۰ D=۶۳۵۴۷۵	T=۱۴۵۰۰۰۰ D=۶۰۲۳۶۴	T=۱۴۵۰۰۰۰ D=۵۹۴۷۱۳	T=۱۳۵۰۰۰۰ D=۵۶۳۴۷۵	T=۱۳۵۰۰۰۰ D=۵۲۳۱۵۷	T=۱۳۵۰۰۰۰ D=۵۰۷۰۹۳	T=۱۲۵۰۰۰۰ D=۴۹۱۴۷۵	T=۱۲۵۰۰۰۰ D=۴۴۳۹۴۹	T=۱۲۵۰۰۰۰ D=۴۲۴۴۲۴	رشته فعالیت
۱۵/۸	۱۵/۸	۱۵/۸	۱۵/۸	۱۵/۸	۱۵/۸	۱۵/۸	۱۵/۸	۱۵/۸	گندم
۱۰۳/۰۶	۸۲/۲۲	۷۸/۴۱	۱۰۳/۰۶	۷۷/۶۸	۶۹/۶۹	۱۰۳/۰۶	۷۳/۱۵	۶۳/۴۳	خیار
۱۵/۵۴	۲۸/۹۱	۲۳/۶۴	۱۵/۵۴	۳۱/۸۲	۲۰/۷۶	۱۵/۵۴	۳۴/۷۳	۲۱/۲۹	سیب زمینی
.	.	۱۶/۵۴	.	.	۳۴/۷۴	.	.	۴۲/۲۱	جو آبی
.	.	.	.	.	.	.	.	.	گوجه فرنگی
.	.	.	.	.	.	.	.	.	سال ۱
۹۷۹۷۰۲/۴۶۴	۹۸۶۱۵۳/۹۲۰	.	۸۷۹۷۰۲/۴۶۴	۸۸۷۵۵۸/۱۴۴	.	۷۷۹۷۰۲/۴۶۴	۷۸۸۹۶۵/۳۷۶	.	سال ۲
۶۱۱۰۲۱/۵۶۸	۷۶۲۱۶۴/۰۳۲	۵۱۶۱۲۶/۵۶۰	۵۱۱۰۲۱/۶	۶۹۵۰۶۲/۴	۱۷۸۴۶۱/۶۱۶	۴۱۱۰۲۱/۶۰۰	۶۲۷۹۵۸/۱۴۴	۳۱۷۷۹۳/۶۲۵	سال ۳
.	.	.	.	.	.	.	.	.	سال ۴
.	.	.	.	.	.	.	.	.	سال ۵
.	۹۹۸۵۱۲/۳۸۴	۸۶۲۲۱۲/۱۶۰	.	۸۶۳۳۱۱/۲۳۲	۵۷۷۱۲۱/۹۸۴	۹۶۰۲۳۴/۴۹۶	۷۲۸۱۰۲/۹۱۲	۳۸۰۴۰۳/۲۰۰	سال ۶
۳۵۲۹۸۱/۶۳۲	۲۸۲۶۰۱/۶	۳۲۴۳۰/۶۶۸	۲۵۲۹۸۱/۶۳۲	۱۶۷۲۸۲/۳۶۸	۲۵۴۸۹۹/۸۴۰	۱۵۲۹۸۱/۶۳۲	۵۱۹۶۲/۵۴۸	۱۵۸۴۱۴/۴۴۰	سال ۷
۹۰۵۵۸۹/۹۵۲	۷۴۵۶۵۱/۰۷۲	۸۳۵۶۲۴/۰۶۴	۸۰۵۵۸۹/۹۵۲	۶۱۰۸۳۸/۰۱۶	۷۹۹۷۵۲	۷۰۵۵۸۹/۹۵۲	۴۷۶۰۲۳/۵۵۲	۷۰۵۵۴۴/۷۶۸	سال ۸
۷۴۲۳۵۵/۴۵۶	۶۸۴۵۴۳/۶۸۰	۶۴۹۶۷۲/۳۲۰	۶۴۲۳۵۵/۴۵۶	۵۷۱۹۶۰/۱۲۸	۴۹۸۷۴۰/۷۰۴	۵۴۲۳۵۵/۴۵۶	۴۵۹۳۷۴/۳۳۶	۳۷۰۴۱۸/۱۷۶	سال ۹
۹۸۱۷۱۸/۰۸۰	۶۸۱۲۶۰/۴۸۰	۹۳۱۸۸/۳۷۶	۸۸۱۷۱۸/۰۸۰	۵۱۵۸۶۱/۵۳۶	۶۸۵۲۰۸/۴۴۸	۷۸۱۷۱۸/۰۸۰	۳۵۰۴۵۷/۶۰۰	۵۵۶۲۹۸/۲۵۶	سال ۱۰
.	.	.	.	.	.	۲/۲۹۸	.	.	سال ۱۱
۴۵۷۳۳۶/۹	۴۵۲۷۷۵/۱	۲۹۸۹۲۵/۷	۳۹۷۳۳۶/۹	۳۷۹۷۱۱۰	۲۵۴۵۳۱۸/۶	۴۳۳۳۶۰۶/۷	۳۴۸۲۸۴۴/۵	۲۴۸۸۸۱۷/۵	ریسک
۱۵۰۱۳۲۰	۱۴۱۴۰۷۰	۱۳۱۱۵۵۰	۱۵۰۱۳۲۰	۱۳۹۵۰۷۰	۱۱۷۹۸۲۰	۱۵۰۱۳۲۰	۱۳۷۶۰۷۵	۱۱۱۴۵۷۱	بازده

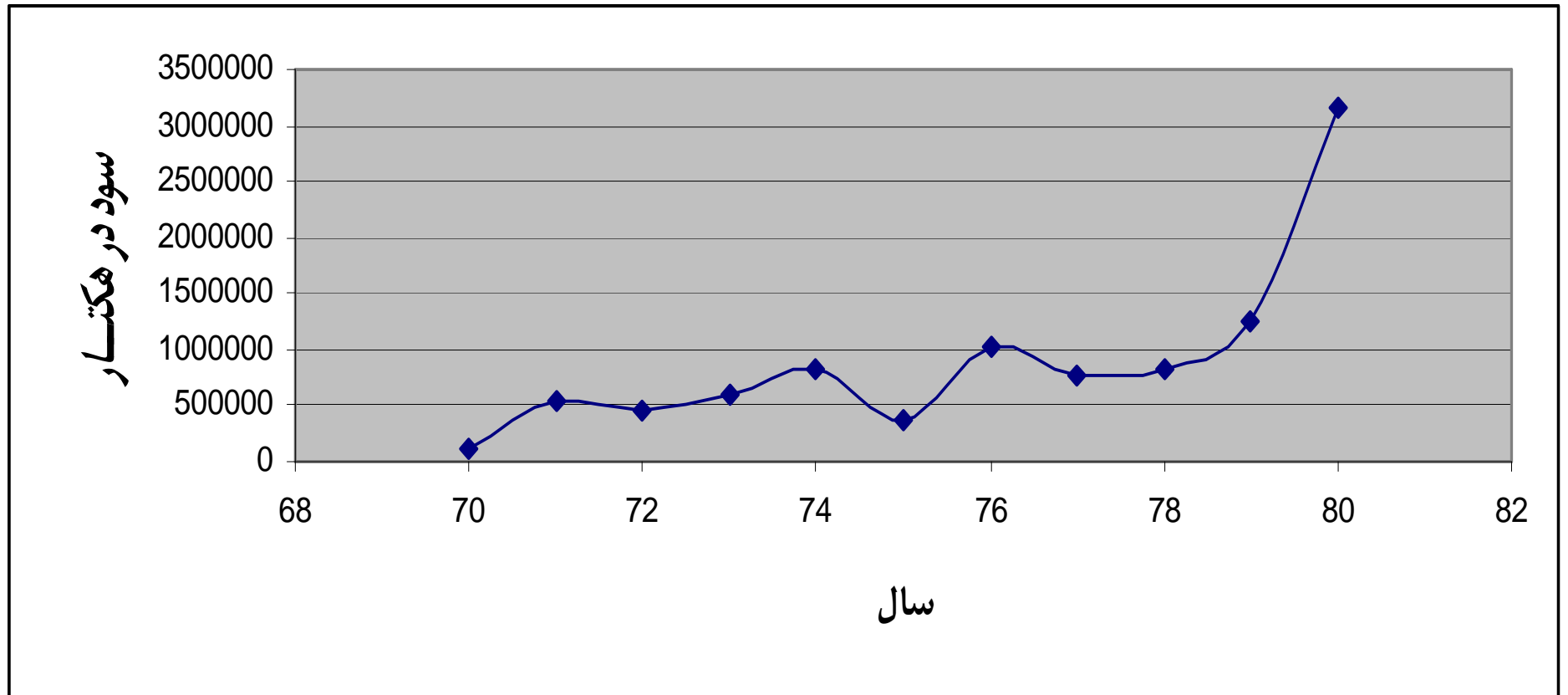
ماخذ: یافته های تحقیق

جدول شماره ۵. الگوی بهینه کشت مدل‌های مختلف

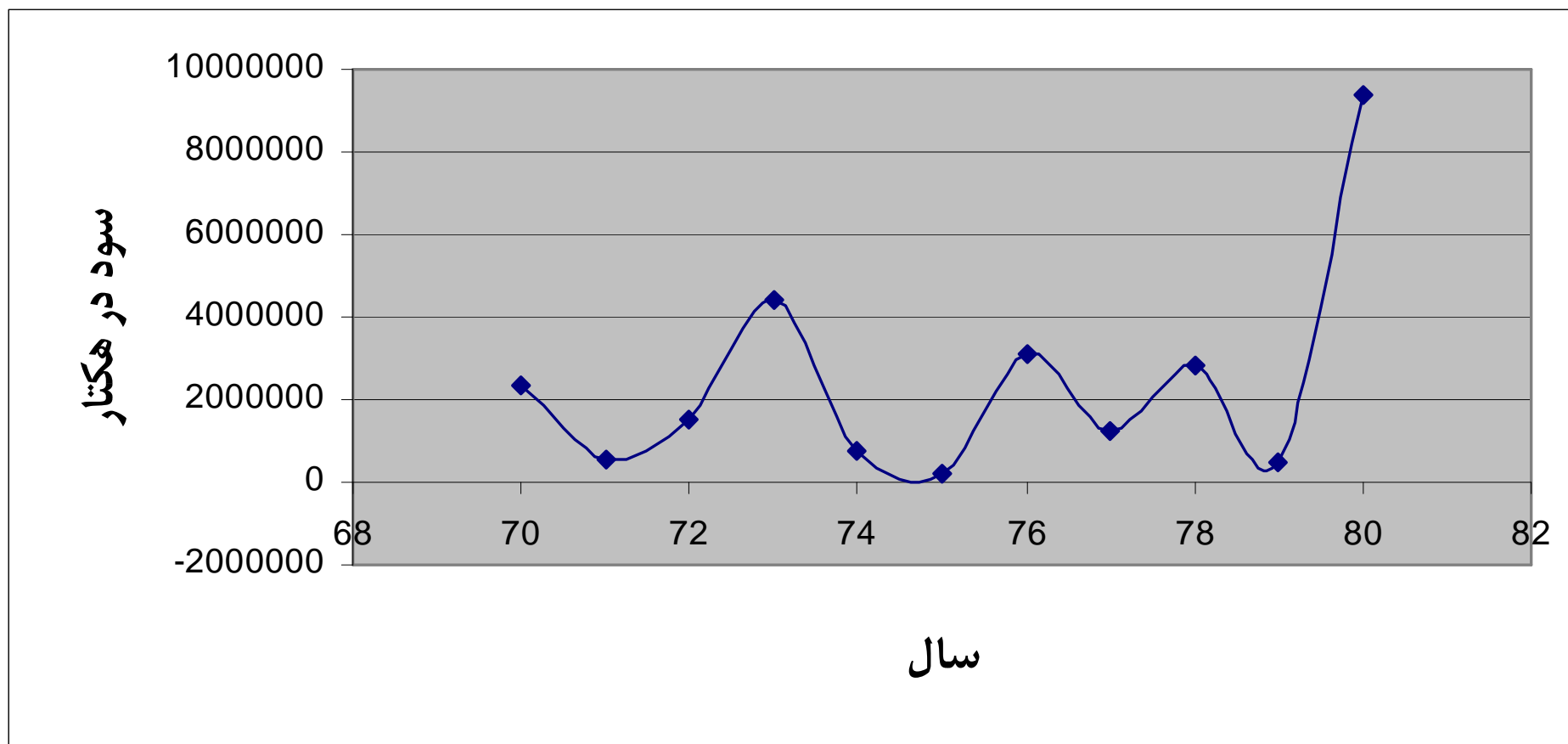
مدل موتاد هدف	مدل موتاد	مدل برنامه ریزی خطی	رشته فعالیت (هکتار)
۱۵/۸	۱۵/۸	۱۵/۸	گندم
۱۰۳/۰۶	۱۰۳/۰۶	۱۰۳/۰۶	خیار
۱۵/۵۴	۱۵/۵۴	۱۵/۵۴	سیب زمینی
.	.	.	جو آبی
.	.	.	گوجه فرنگی
۱۵۰۱۳۲۷	۱۵۰۱۳۲۷	۱۵۰۱۳۲۷	بازده (هزار ریال)

ماخذ: یافته تحقیق

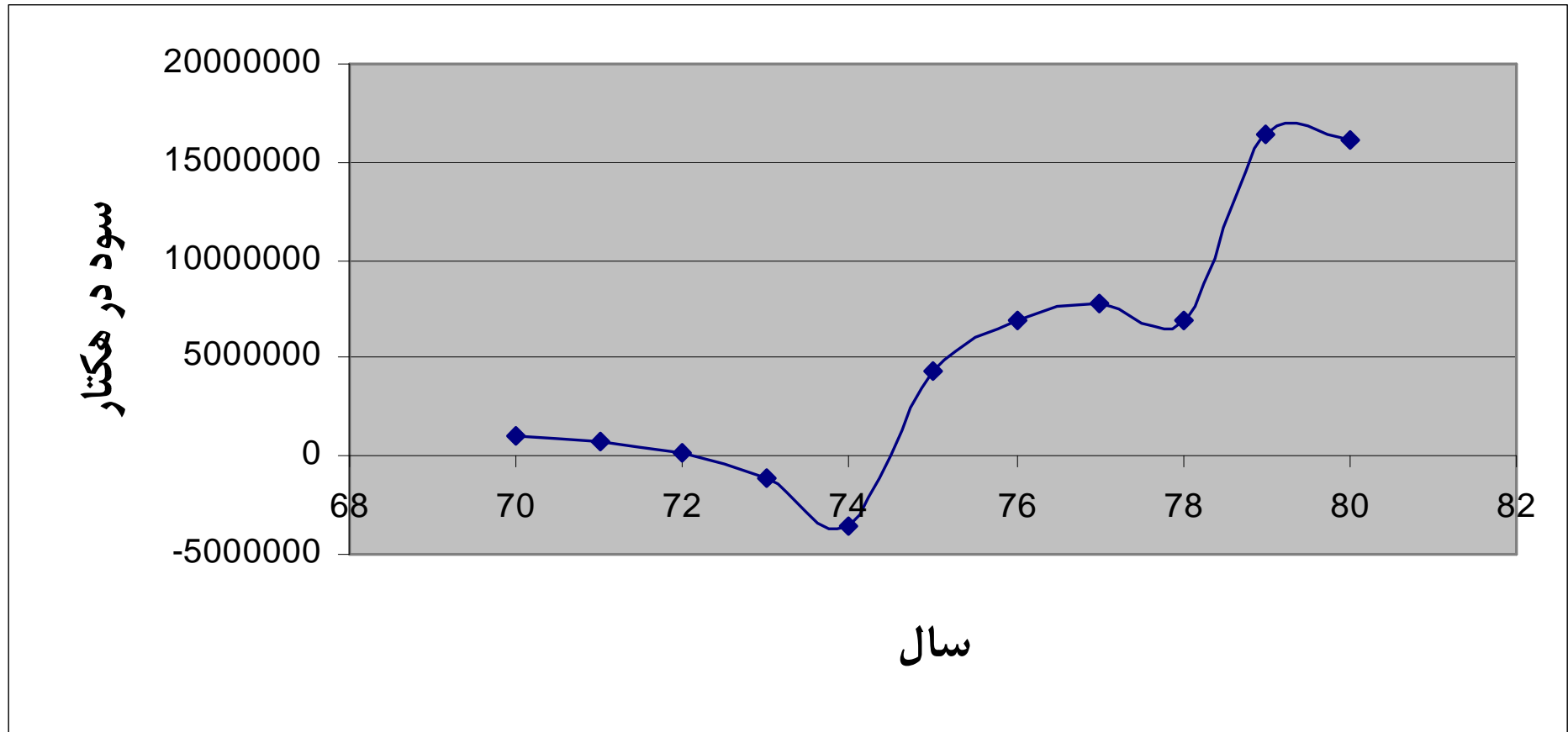
نمودار شماره ۱ : سود آوری هر هکتار گندم (به ریال) در طی سالهای ۱۳۷۰-۸۰



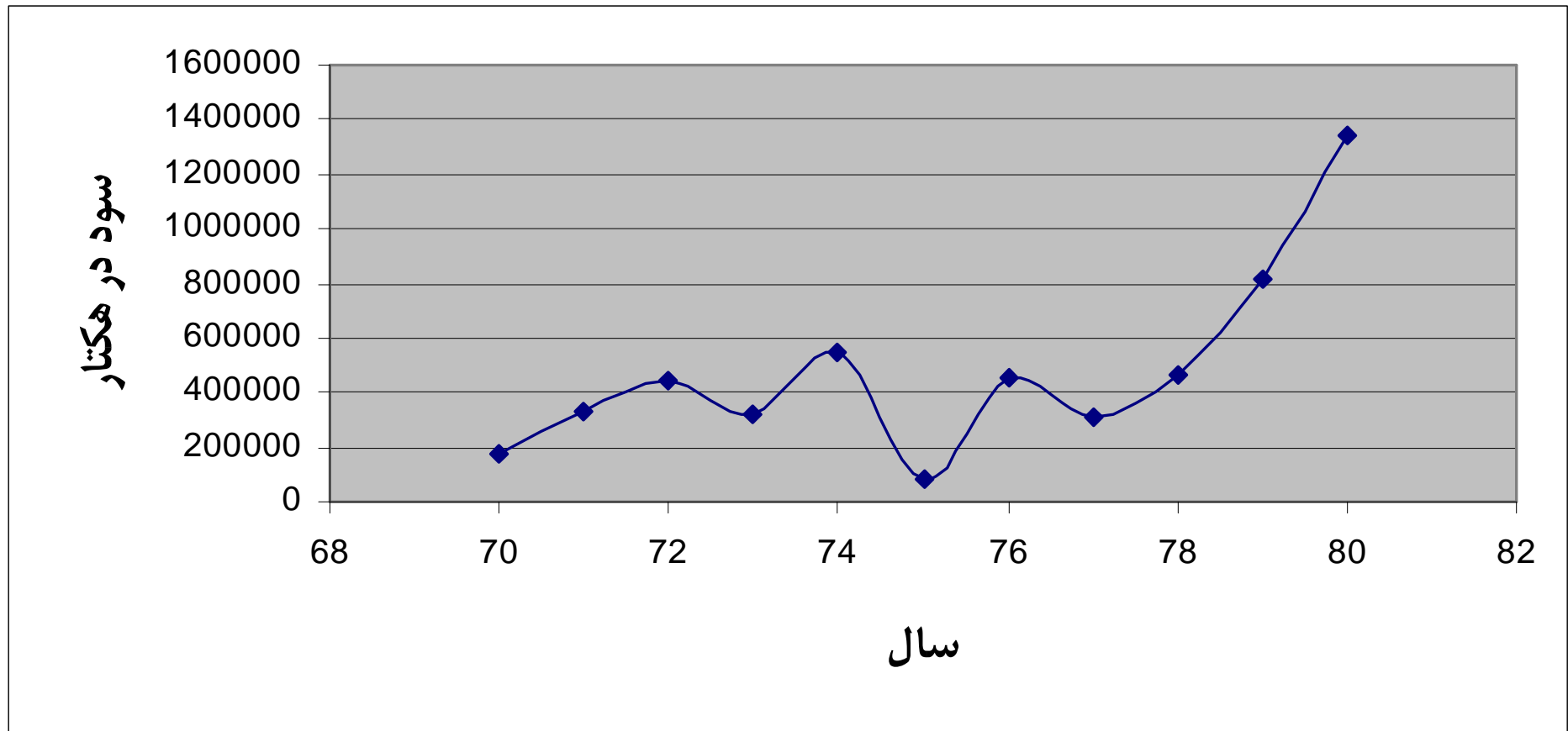
نمودار شماره ۲: سود آوری هر هکتار خیار (به ریال) در طی سالهای ۱۳۷۰-۸۰



نمودار شماره ۳: سود آوری هر هکتار سیب زمینی (به ریال) در طی سالهای ۱۳۷۰-۸۰



نمودار شماره ۴: سود آوری هر هکتار جو آبی (به ریال) در طی سالهای ۱۳۷۰-۸۰



نمودار شماره ۵ : سود آوری هر هکتار گوجه فرنگی (به ریال) در طی سالهای ۱۳۷۰-۸۰

