تعیین الگوی بهینه تلفیق زراعت - گاوداری:
کاربرد برنامه ریزی خطی پویا

محمدرضا لطفعلی پور- جواد ترکمانی- یدالله آذرین فر[1]

تاریخ دریافت: ۸۳/۱۲/۴

چکیده

این مطالعه، به منظور ارائه و کاربرد روشی در چارچوب برنامه ریزی خطی پویا انجام شد. این روش توانایی لحاظ کردن تغییرات در دوره های مختلف و یا در طول افق برنامه ریزی را دارد. بررسی حاضر برای تعیین الگوی بهینه در واحد تلفیقی زراعت- گاوداری بکار گرفته شد. نتایج مطالعه نشان داد که در دوره اول تعداد گاوها به علت کمبود سرمایه کاهش می یابد. همچنین از بین رشته فعالیت های زراعی سطح زیر کشت ذرت نیز کاهش یافته است. در دوره دوم سطح زیر کشت گندم نیز کاهش یافت. اما تعداد گاوها نسبت به دوره اول افزایش داشت. در سال سوم پس از به تعادل رسیدن رشته فعالیتهای زراعی و دامی سطح زیر کشت بهینه محصولات گندم، ذرت، کلزا و یونجه بترتیب ۲۰، ۲۰، ۵ و ۱۴ هکتار و تعداد گاوها نیز به ۹۵۴ رأس رسید. نتایج حاصل از تحلیل حساسیت حاکی از انعطاف پذیری زیاد بازده برنامه ای در دامنه زیادی از تغییرات میزان نهاده ها و قیمتها و هزینه ها بود. تنها تعداد اندکی از محدودیتها و ضرایب تابع هدف در دامنه محدودی بر بازده برنامه ای بدون تأثیر بودند.

واژه های کلیدی: روش برنامه ریزی پویا، الگوی تلفیقی زراعت و دامداری

مقدمه

تعیین الگوی بهینه بهره برداری های کشاورزی، اهمیت ویژه ای دارد. با استفاده از این الگو می توان حداکثر درآمد حاصل از مصرف میزان معین از نهاده ها و یا حداقل هزینه ایجاد ترکیب خاصی از محصولات را تعیین کرد. یکی از اهدافی که هر بنگاه تولیدی می بایستی دنبال کند تولید مقدار معینی محصول با حداقل هزینه است. بر اساس الگوی تشخیص علل عدم سوددهی واحدهای کشاورزی فرض شده که علت عمده این عدم سوددهی مناسب ناشی از هزینه هایی است که در این واحدها وجود دارد (۸). در الگوی تلفیقی زراعت و دامداری رابطه نزدیکی بین منابع طبیعی و پرورش دام از یک سو و زراعت و پرورش دام از سوی دیگر وجود دارد (۱ و ۴). به هم پیوستگی مجموعه فعالیت های کشاورزی موجب شده که هر گونه عدم هماهنگی طبعاً خسارتی را سبب شود. نکته دیگر اینکه مقدار زیادی از رشد در بخش کشاورزی ناشی از رابطه مکمل بین دو زیر بخش دامپروری و زراعت می باشدو بر همین اساس مجموعه وابستگی ها و تأثیرات متنوع بیولوژیکی و اقتصادی بین دام و زراعت سیستم های تلفیقی دامپروری زراعت را برای تولید کنندگان اقتصادی و جالب می کند (۴).

کشاورزان معمولاً سعی در هماهنگ کردن برنامه دامداری خود با تولید محصولات زراعی تولید شده دارند. آنها زراعت را فعالیت اصلی خود قرار داده و سعی در حداکثر نمودن بازده این فعالیت دارند. بنابراین جهت دسترسی به بیشینه بازده کل مزرعه باید بازده حاصل از هرکدام از این فعالیتها حداکثر گردد (۶). برای این منظور تعیین الگوی بهینه هر کدام از این فعالیتها اهمیت ویژه ای خواهد داشت. یکی از ابزارهای متداول برای رسیدن به این هدف برنامه ریزی خطی می باشد. با این حال استفاده از برنامه ریزی خطی معمولی این مهم را در یک دوره زمانی ممکن می سازد (۲).

در این رابطه مطالعاتی انجام گرفته است که به برخی از آنها مانند مطالعه ترکمانی و خسروی که نشان داد که در سال اول از بین رشته فعالیت های زراعی به علت کمبود سرمایه، گندم آبی، وارد الگو نشده و در سال دوم، به موازات افزایش سرمایه عملیاتی، گندم به میزان محدودی وارد برنامه شده است. با این وجود سطح زیر کشت ذرت علوفه ای و یونجه کاهش یافته است. در سال سوم

۱- به ترتیب استادیار دانشکده علوم اداری و اقتصادی دانشگاه فردوسی مشهد، دانشیار و کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

رشته فعالیت های زراعی و دامی، از نظر میزان سرمایه، به تعادل رسیده اند. نتایج تحلیل حساسیت نشان داد که بازده برنامه ای انعطاف پذیری زیادی دارد (۱).

نتایج مطالعه ترکمانی و عبدشاهی حاکی از آن بود که در سال اول، به علت کمبود سرمایه لوبیا وارد الگو نشده است. در سال دوم محصولات دیم از نظر میزان سرمایه به تعادل رسیده اند و زمین به صورت عامل محدود کننده ای برای این محصولات درآمده است. در سال سوم، با افزایش سرمایه، مقداری از زمین به کشت لوبیا اختصاص داده شد و از سطح زیر کشت عدس آبی کاسته شد. در سال سوم هنوز سطح زیر کشت آبی در حال افزایش بوده است. در سال چهارم سطح زیر کشت لوبیا، با کاهش میزان عدس آبی، همچنان افزایش یافت. در سال پنجم، الگو به تعادل می رسد. تحلیل حساسیت نیز حاکی از آن بود که بازده برنامه ای الگو انعطاف پذیری قابل ملاحظه ای دارد. سرمایه تنها نهاده ای بود که تغییرات اندکی در آن باعث تغییر تابع هدف می شود (۲).

با توجه به آنچه بیان شد به منظور مدیریت مطلوب در واحدهای کشاورزی و تلفیقی تعیین الگوی بهینه با عنایت به تغییرات احتمالی آینده در برنامه ریزی خود لازم و ضروری به نظر می رسد. بر اساس مطالب ذکر شده، اهداف کلی مطالعه حاضر کاربرد روش برنامه ریزی پویا جهت تعیین الگوی بهینه واحد، مقایسه بازده برنامه ای در طول افق برنامه ریزی و همچنین تحلیل حساسیت محدودیتها و ضرایب تابع هدف می باشد.

مواد و روشها

یکی از ابزارهای متداول برای تعیین الگو بهینه وتعیین حداکثر درآمد حاصل از ترکیب خاصی محصولات، استفاده از برنامه ریزی ریاضی است. با توجه به ماهیت برخی از فعالیتهای کشاورزی که در چند دوره به بازدهی می رسانند و یا دارای دوره بازدهی چند ساله می باشند لازم است بجای برنامه ریزی خطی از برنامه ریزی خطی بین دوره ای استفاده شود. برنامه ریزی خطی پویا (بین دوره ای) بر خلاف برنامه ریزی خطی معمولی که فقط برای یک دوره طرح ریزی می شود بیشتر از یک دوره را شامل می شود. این دوره ها از طریق متغیر های رابط[1] با یکدیگر مرتبط می شوند. مدل های برنامه ریزی خطی پویا برای تصمیماتی که بیشتر از یک دوره را در بر می گیرند به کار می رود. ساختار ماتریس برنامه ریزی خطی پویا در شکل ۱ ارائه شده است. لازم به تذکر است که این مدل شامل سه دوره است می تواند برای تعداد بیشتری دوره نیز به کار برده رود.

فعالیتهای دریافت خالص			
	دوره اول		
محدودیتها	X	دوره دوم	
	Y	Z	دوره سوم

به مجموعه دوره ها افق برنامه ریزی اطلاق می گردد. هر دوره می تواند بر حسب روز، هفته، ماه، سال و یا حتی چندین سال باشد. بیشتر مدل های برنامه ریزی خطی پویا بر مطالعه ساختار و استفاده از سرمایه در طول زمان متمرکز هستند (۱ و۳). معمولاً در این مدلها تابع هدف ماکزیمم می شود. چون بازده سرمایه ای فعالیت ها در سالهای متوالی بدست می آید، باید ارزش فعلی درآمدهای آینده محاسبه شود. تابع هدف در مدل برنامه ریزی خطی پویا به صورت زیر می باشد:

$$\begin{aligned} MaxZ = {} & c_1^1 x_1^1 + c_2^1 x_2^1 + \ldots + c_j^1 x_j^1 + \ldots \\ & + c_n^1 x_n^1 + c_1^2 x_2^2 + c_j^2 x_j^2 + \ldots \\ & + c_n^2 x_n^2 + c_1^k x_1^k + \ldots + c_j^k x_j^k + \\ & \ldots + c_n^k x_n^k + \ldots + c_1' x_1' + c_2' x_2' \\ & + \ldots + c_j' x_j' + \ldots + c_n' x_n' \end{aligned}$$

در تابع فوق Z حداکثر ارزش حال درآمد های آینده است. C_j^k بازده برنامه ای فعالیت j ام در سال k ام است. ارزش حال بازده برنامه ای فوق از طریق رابطه زیر حاصل می شود:

$$C_j^k = C_j^{-k}(1+r)^k$$

C_j^{-k} بازده برنامه ای فعالیت j ام در سال k ام قبل از تنزیل و

1) linking variables

نرخ تنزیل است . بنابراین هدف مدل حداکثر نمودن جمع ارزش حال بازده ناخالص سالیانه فعالیتها می باشد . سرمایه گذاری در منابع ثابت ، استقراض در طول افق برنامه ریزی و همچنین ارزش اسقاط در دوره پایانی را هم می توان در تابع هدف وارد کرد (۱ و ۳).

بیشتر مدلهای برنامه ریزی خطی پویا بر مطالعه ساختار و استفاده بهینه از سرمایه در طول زمان تمرکز دارند . بنابراین تصمیمات سرمایه گذاری دوره ها به یکدیگر مرتبط خواهند بود . در این حالت یک محدودیت سرمایه یا درآمد برای هر دوره وجود دارد که اجازه برداشت وجوهی جهت هزینه های متغیر ، ثابت و مخارج زندگی را خواهد داد . در این مدلها سرمایه می تواند از یک دوره به دوره دیگر انتقال یابد . بدین ترتیب هر فعالیت یک ضریب مثبت (کل هزینه های متغیر مربوط به آن) برای دوره K و یک ضریب منفی (برای ستاده آن) در دوره K+۱ در محدودیت سرمایه به خود اختصاص می دهند .

محدودیت های مدل برنامه ریزی خطی پویا برای سال اول بصورت زیر است :

$$a^1_{11} x^1_1 + a^1_{12} x^1_2 + \ldots + a^1_{1j} x^1_j + \ldots + a^1_{1n} x^1_n \le S^1_1$$

$$a^1_{21} x^1_1 + a^1_{22} x^1_2 + \ldots + a^1_{2j} x^1_j + \ldots a^1_{2n} x^1_n \le S^1_2$$

$$a^1_{i1} x^1_1 + a_{i2} x^1_2 + \ldots + a^1_{ij} x^1_j + \ldots a^1_{in} x^1_n \le S^1_i$$

$$\vdots$$

$$a^1_{m1} x^1_1 + a^1_{m2} x^1_2 + \ldots + a^1_{mj} x^1_j + \ldots a^1_{mn} x^1_n \le S^1_m$$

S^1_1 مقدار سرمایه قابل دسترس در سال اول می باشد . S^1_2 تا S^1_{m-1} سایر منابع قابل دسترس در سال اول هستند . S^1_m هزینه های ثابت که می تواند شامل هزینه های زندگی ، اقساط بانکی و استهلاك ماشین آلات باشد . ضرایب a^1_{ij} بیان کننده مقدار نهاده یا سرمایه j ام مورد نیاز برای فعالیت j ام (برای تولید یک واحد محصول j) در سال اول می باشد . این ضرایب در برخی از محدودیت ها و برای بعضی از فعالیت ها ممکن است صفر باشد . x^1_j یعنی فعالیت j ام در سال اول .

پارامترهای برنامه ریزی خطی پویا به صورت زیر می باشند :

a^k_{ij} مقدار i امین منبع مورد استفاده در j امین فعالیت در سال k ام

X^k_j فعالیت j ام در سال k ام ($j = ۱ \ldots n$ و $k = ۱ \ldots t$)

S^k_j مقدار عرضه منبع i ام در سال k ام

محدودیت های سال دوم وسال های بعد بصورت زیر فرموله می شوند .

$$-a^{k-1}_{11} x^{k-1}_1 - a^{k-1}_{12} x^{k-1}_2 - \ldots a^{k-1}_{1j} x^{k-1}_j - \ldots a^{k-1}_{1n} x^{k-1}_{1n} + a^k_{11} x^k_1 + a^k_{12} x^k_2 + \ldots + a^k_{1j} x^k_j + \ldots + a^k_{1n} x^k_n \le S^1_2$$

$$a^k_{21} x^k_1 + a^k_2 x^k_2 + \ldots + a^k_{2j} x^k_j + \ldots + a^k_{2n} x^k_n \le S^k_2$$

$$a^k_{i1} x^k_1 + a_{i2} x^k_2 + \ldots + a^k_{ij} x^k_j + \ldots + a^k_{in} x^k_n \le S^k_i$$

$$a^k_{m1} x^k_1 + a^k_{m2} x^k_2 + \ldots + a^k_{mj} x^k_j + \ldots + a^k_{mn} x^k_n \le S^k_m$$

S^k_1 همان عرضه سرمایه در سال K ، $S^k_2 \ldots S^k_{m-1}$ مقدار عرضه سایر منابع در سال K ام که انتقال بین دوره ای ندارد . S^k_m کل هزینه های ثابت است و a^{k-1}_{ij} در معادله اول مقدار سرمایه ای است که از سال قبل به عرضه سرمایه سال K ام افزوده می شود . در اینجا تمامی ضرایب a^k_{mj} به جز j=n برابر صفر هستند(۱ و ۳).

جمع آوری اطلاعات : اطلاعات مورد نیاز این مطالعه با بازدید از مجتمع شیر و گوشت فرزیس واقع در استان فارس (شهرستان شیراز) و در قالب یک پرسشنامه و مصاحبه حضوری با کارشناسان امور زراعی و دامی این واحد و همچنین مدیر مزرعه و استفاده از دفاتر حسابداری و ترازنامه های موجود برای سال زراعی ۸۰-۸۱ جمع آوری شد .

مکان و ویژگی های مزرعه مورد مطالعه : فعالیت های این واحد را می توان به دو قسمت زراعی و دامی تقسیم کرد . در قسمت زراعی آب مهمترین عامل محدود کننده است . آب مورد نیاز فعالیت های زراعی از طریق ۶ حلقه چاه عمیق که سه تای آن ۶ اینچ و مابقی ۵ اینچ است ، تأمین می شود .

در بخش زراعت محصولات گندم آبی ، ذرت ، کلزا و یونجه کشت می شود . سطح زیر کشت گندم آبی ، ذرت ، کلزا و یونجه

به ترتیب ۷۵ ، ۶۰ ، ۵ و ۱۴ هکتار می باشد. کشت محصولات گندم و ذرت به صورت تناوب صورت می گیرد. حدود ۱۵۰ هکتار از کل زمین آیش است که در الگوی کشت منظور می شود. جدول شماره ۱ نشان دهنده عملکرد، درآمد و هزینه هر هکتار از محصولات مختلف می باشد. لازم به تذکر است که قیمت گندم با درنظر گرفتن درآمد حاصل از محصولات جنبی مانند کاه تعیین شده است.

به علت عدم توانایی مجتمع در گسترش واحد زراعی و افزایش سطح زیر کشت بخاطر محدودیت آب، فعالیت گاوداری اهمیت خاصی پیدا کرده است. در بخش دامداری، گاو شیری، گوساله های نر، ماده و تلیسه نگهداری می شود. تولید شیر روزانه هر راس گاو تقریباً ۲۴٫۸ کیلوگرم است و قیمت هر کیلوگرم شیر برابر با ۱۸۵۰ ریال است که حدود ۲۴۰ روز از سال شیر می دهند این واحد کلاً ۱۱۱۷ راس گاو شیری از نژاد هولشتاین با میانگین وزنی ۶۰۰ کیلوگرم (دام بالغ) دارد. حداکثر فروش گاو بالغ سالانه ۱۰۰ راس و حداکثر فروش دام نابالغ سالانه ۲۰۰ رأس می باشد. قیمت هر کیلوگرم دام حذفی زنده ۱۰۰۰۰ ریال است. میزان فروش شیر روزانه ۱۲۴۴۱ کیلوگرم است و ۳۸۲۲۰۰۰ کیلوگرم کود حیوانی سالانه با قیمت ۶۰ ریال برای هر کیلوگرم به فروش می رسد.

جیره غذایی دام ها ترکیبی از جو، سبوس، کنجاله پنبه دانه، ذرت علوفه ای، یونجه خشک، کاه و گندم و تفاله خشک چغندر قند می باشد. در صورت نبود جو، سبوس، کنجاله از کنسانتره آماده استفاده می شود. هزینه های موارد فوق در مدل منظور شده است. جزییات مربوط به تعداد و نیازهای خوراکی دام ها در جدول شماره ۲ آورده شده است.

این واحد یک فقره وام بانکی در سال زراعی ۸۰-۸۱ به مبلغ ۳۰۰۰۰۰۰۰۰ ریال با نرخ کارمزد ۱۶٪ برای تجهیز واحد دریافت نموده است که هزینه آن در مدل منظور شده است.

فعالیت ها و محدودیت های الگوی برنامه ریزی خطی - الف- فعالیت ها : ۱- تولید محصولات که شامل کشت چهار محصول گندم، ذرت، کلزا و یونجه در بخش زراعت و همچنین تولید شیر، گوساله و کود حیوانی در بخش گاوداری می باشد. ۲- نیازهای مربوط به خودکفایی که شامل محصولات ذرت، کلزا و یونجه برای نیاز مصرف دام. ۳- فروش محصولات تولید شده که شامل گندم می باشد. ۴- تعداد آبشی که در تناوب منظور می شود.

ب: محدودیت ها : ۱- محدودیت حداقل : این محدودیت ها شامل محدودیت کود اوره، فسفات، حیوانی می باشد. ۲- محدودیت حداکثر : این محدودیت ها شامل محدودیت زمین، نیروی کار، سرمایه بهره بردار، حداکثر کشت در نظر گرفته شده برای محصولات، مقدار آب در دسترس هر فصل و تناوب می باشد.

از آنجایی که الگوی برنامه ریزی خطی یک الگوی تجویزی مبتنی بر واقعیت های موجود است، در این قسمت با توجه به امکانات و محدودیت ها و چگونگی بکارگیری نهاده ها فرم فرمولبندی شده تابع هدف بصورت زیر خواهد بود:

$$\text{Max } Z =$$
$$X_1^1 ٤٣٣ + X_2^1 ٣٦٤ + X_3^1 ٣٨٠ + X_4^1 ٦٣٨ + X_5^1 ٦٩٤ +$$
$$X_1^2 ٣٥٢ + X_2^2 ٢٩٧ + X_3^2 ٣١٠ + X_4^2 ٥١٩ + X_5^2 ٥٦٥ +$$
$$X_1^3 ٢٨٦ + X_2^3 ٢٤١ + X_3^3 ٢٥١ + X_4^3 ٤٢٢ + X_5^3 ٤٩٥$$

در تابع فوق ضرایب X_1^1 و X_1^2 و X_1^3 ارزش کنونی بازده برنامه ای هرهکتار از گندم، X_2^1 و X_2^2 و X_2^3 ارزش کنونی بازده حاصل از هر هکتار ذرت، X_3^1 و X_3^2 و X_3^3 ارزش کنونی بازده حاصل از هر هکتار کلزا، X_4^1 و X_4^2 و X_4^3 ارزش کنونی بازده حاصل از هر هکتار یونجه و X_5^1 و X_5^2 و X_5^3 ارزش کنونی بازده حاصل از هر رأس گاو را را در سه دوره نشان می دهد. در این مطالعه نرخ تنزیل برابر با ۲۳ درصد در نظر گرفته شد.

محدودیت های سال اول عبارتند از:

۱) $٢٩٥\ X_1^1 + ٧٥٦\ X_2^1 + ١٥٦\ X_3^1 + ١٧٧\ X_4^1 + ٤٧٩\ X_5^1 <= ٢٦٢٧٠٠$

۲) $X_1^1 + X_2^1 + X_3^1 + X_4^1 <= ١٥٠$

۳) $X_1^1 <= ٧٥$

۴) $X_2^1 <= ٦٠$

۵) $X_3^1 <= ٥$

۶) $X_4^1 <= ١٤$

۷) $٩X_1^1 + ٣X_2^1 + ٦X_3^1 >= ٠$

۸) $٩X_2^1 >= ٠$

۹) $٩X_1^1 + ٧\ X_3^1 >= ٠$

$$۸ X^{۱}_{۱} + ۶ X^{۱}_{۲} >= ۰ \quad (۱۰$$

$$۲۰۰ X^{۱}_{۱} + ۵۰۰ X^{۱}_{۲} + ۳۰۰ X^{۱}_{۳} + ۱۰۰ X^{۱}_{۴} >= ۰ \quad (۱۱$$

$$۳۰۰ X^{۱}_{۱} + ۳۰۰ X^{۱}_{۲} + ۲۰۰ X^{۱}_{۳} + ۵۰۰ X^{۱}_{۴} >= ۰ \quad (۱۲$$

$$۳۳۳۳ X^{۱}_{۱} + ۳۳۳۳ X^{۱}_{۲} + ۳۳۳۳ X^{۱}_{۳} + ۲۵۰۰ X^{۱}_{۴} >= ۰ \quad (۱۳$$

$$۹۶۶۰ X^{۱}_{۱} + ۱۹۳۲ X^{۱}_{۲} + ۹۶۶۰ X^{۱}_{۳} + ۷۰۲۰ X^{۱}_{۴} <= ۱۵۲۰۰۸۰ \quad (۱۴$$

$$۱۶۱۰۵ X^{۱}_{۲} + ۱۰۸۰۰ X^{۱}_{۴} <= ۱۳۰۷۸۹۹ \quad (۱۵$$

$$۱۷۶۰ X^{۱}_{۱} + ۱۷۶۰ X^{۱}_{۲} + ۱۷۶۰ X^{۱}_{۳} <= ۱۴۰۵۲۶۲ \quad (۱۶$$

$$۳۸۶۴ X^{۱}_{۱} + ۳۸۶۴ X^{۱}_{۳} <= ۱۵۲۰۰۸۰ \quad (۱۷$$

$$X^{۱}_{۶} <= ۵۰۰۰۰ \quad (۱۸$$

$$X^{۱}_{۷} <= ۲۵۰۰ \quad (۱۹$$

$$X^{۱}_{۸} <= ۱۲۰۰۰ \quad (۲۰$$

$$- X^{۱}_{۱} + X^{۱}_{۲} <= ۰ \quad (۲۱$$

$$X^{۱}_{۴} <= ۳۰۰ \quad (۲۲$$

$$X^{۱}_{۲} >= ۲۰ \quad (۲۳$$

$$X^{۱}_{۲} >= ۱۴ \quad (۲۴$$

$$X^{۱}_{۱}, X^{۱}_{۲}, \ldots, X^{۱}_{۹} >= ۰ \quad (۲۵$$

$X^{۱}_{۱}$ تا $X^{۱}_{۱۳}$ به ترتیب عبارتند از :

$X^{۱}_{۱}$ = کشت یک هکتار گندم در دوره اول، $X^{۱}_{۲}$ = کشت یک هکتار ذرت علوفه ای در دوره اول، $X^{۱}_{۳}$ = کشت یک هکتار کلزا در دوره اول، $X^{۱}_{۴}$ = کشت یک هکتار یونجه در دوره اول، $X^{۱}_{۵}$ = تعداد گاو (راس) در دوره اول، $X^{۱}_{۶}$ = استفاده از ذرت برای خودکفایی در دوره اول، $X^{۱}_{۷}$ = استفاده از کلزا برای خودکفایی در دوره اول، $X^{۱}_{۸}$ = استفاده از یونجه برای خودکفایی در دوره اول، $X^{۱}_{۹}$ = مقدار آیش در دوره اول.

معادله ۱ محدودیت سرمایه در دوره اول است. در این محدودیت سرمایه در دسترس واحد از کسر هزینه های مصرفی خانوار و بدهیهای واحد از درآمد سال قبل حاصل می شود. ضرایب متغیرها نیز نشان دهنده هزینه های متغیر هر فعالیت می باشد. معادله ۲ محدودیت زمین زراعی در دوره اول است. به این مفهوم که کل سطح زیر کشت تا ۱۵۰ هکتار قابل افزایش است. معادلات ۳ تا ۶ میزان حداکثر سطح زیر کشت محصولات را نشان می دهد. معادلات ۷ تا ۱۰ استفاده از نیروی کار را مشخص می کند. این محدودیت ها بزرگتر و مساوی صفر است به این مفهوم که در استفاده از این نهاده محدودیتی وجود ندارد و معادلات ۱۱ تا ۱۳ قید استفاده از کود اوره، فسفات و حیوانی را نشان می دهد. این قیود نیز بزرگتر و مساوی صفر هستند و بنابراین در استفاده از این نهاده ها محدودیتی وجود ندارد. محدودیت های شماره ۱۴ تا ۱۷ قید استفاده از نهاده آب در فصول بهار، تابستان، پاییز و زمستان می باشد. این قیود حداکثر استفاده از آب برای تولید محصولات را نشان می دهند. معادلات ۱۸ تا ۲۰ حداقل میزان ذرت، کلزا و یونجه لازم برای تامین نیازهای دام را مشخص می کنند. قید شماره ۲۱ نیز تناوب زراعی را مشخص می کند. معادله ۲۲ قید مربوطه به آیش است. قیود ۲۳ و ۲۴ نیز میزان حداقل کشت ذرت و یونجه را جهت تأمین نیاز خود کفایی مشخص می کنند.

محدودیت سرمایه در دوره دوم بصورت زیر است :

$$X^{۱}_{۲} - ۷۳ X^{۱}_{۱} - ۹۸ X^{۲}_{۵} + ۴۷۹ X^{۲}_{۲} + ۱۷۷ X^{۲}_{۳} + ۱۵۶ X^{۲}_{۴} + ۷۶۵ X^{۲}_{۱} ۲۹۵ X^{۱}_{۵} - ۱۶۵ X^{۱}_{۴} - ۹۹ X^{۱}_{۳} - ۱۲۰ <= ۲۹۸۷۰۰$$

محدودیت سرمایه در دوره سوم نیز بصورت زیر می باشد :

$$X^{۲}_{۲} - ۷۳ X^{۲}_{۱} - ۹۸ X^{۳}_{۵} + ۴۷۹ X^{۳}_{۲} + ۱۷۷ X^{۳}_{۳} + ۱۵۶ X^{۳}_{۴} + ۷۶۵ X^{۳}_{۱} ۲۹۵ X^{۲}_{۵} - ۱۶۵ X^{۱}_{۴} - ۹۹ X^{۲}_{۳} - ۱۲۰ <= ۳۱۸۷۰$$

در محدودیت سرمایه در دوره دوم، طرف راست نامساوی از جمع سود ناخالص رشته فعالیتهای زراعی و دامی به سرمایه اول پس از کسر هزینه های واحد حاصل شده است. در دوره سوم نیز طرف راست نامساوی پس از اضافه شدن سود ناخالص رشته فعالیتهای زراعی و دامی در دوره دوم به سرمایه دوره دوم پس از کسر هزینه های واحد حاصل شده است. در این محدودیت نیز درصدی از سود ناخالص رشته فعالیت های زراعی و دامی دوره قبل به سرمایه دوره بعد اضافه می شود.

نتایج و بحث

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود، سطح زیر کشت گندم، ذرت، کلزا و یونجه دردوره اول برابر با ۷۵ ، ۲۰ ، ۵ و ۱۴ هکتار است . این در حالی است که در دوره دوم سطح زیر کشت گندم به ۲۰ هکتار کاهش یافته است. نکته قابل توجه این است که سطح زیر کشت ذرت در دوره اول و دوم و سوم نسبت به مقدار فعلی کاهش یافته است. در دوره سوم سطح زیر کشت محصولات نسبت به دوره دوم تغییری نکرده است.

جدول (۱) سطح زیرکشت محصولات

نوع محصول	گندم	ذرت	کلزا	یونجه
دوره اول	۷۵	۲۰	۵	۱۴
دوره دوم	۲۰	۲۰	۵	۱۴
دوره سوم	۲۰	۲۰	۵	۱۴

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول (۲) حداقل نیاز خودکفایی محصولات

خودکفایی	نیازخودکفایی ذرت	نیاز خودکفایی کلزا	نیازخودکفایی یونجه
دوره اول	۵۰۰۰۰	۲۵۰۰	۱۲۰۰۰
دوره دوم	۵۰۰۰۰	۲۵۰۰	۱۲۰۰۰
دوره سوم	۵۰۰۰۰	۲۵۰۰	۱۲۰۰۰

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول (۳) بازده فعالیتهای زراعی و دامداری (ریال)

بازده	بخش زراعی	بخش دامداری	کل واحد
دوره اول	۵۰۵۸۷۰۰۰	۳۲۱۳۲۲۰۰۰	۳۷۲۲۵۶۷۰۰
دوره دوم	۴۸۵۶۸۰۰۰	۱۱۲۰۵۱۰۰۰۰	۱۱۶۹۸۳۲۰۰۰
دوره سوم	۶۶۲۷۱۰۰۰	۱۶۷۳۳۱۶۰۰۰	۱۷۴۰۱۰۱۰۰۰

مأخذ: یافته های تحقیق

محصولات ذرت، یونجه و کلزا که برای تأمین نیازهای دام مورد استفاده قرار می گرفت در سه دوره تغییری نکرد. به این مفهوم که استفاده از ذرت برای خودکفایی که در هر سه دوره حداقل به میزان ۵۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار بود و در هر سه دوره بدون تغییر باقی مانده است. برای یونجه نیز این مقدار در سه دوره ۱۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار ثابت می ماند. حداقل میزان کلزا برای خودکفایی در سه دوره معادل با ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار ثابت باقی مانده است. جزییات نیاز خودکفایی محصولات در جدول۲ آورده شده است.

در بخش دامداری تعداد راس گاو در دوره اول ۴۶۳ رأس، در دوره دوم ۸۹۰ رأس و در دوره سوم به ۹۵۴ رأس افزایش یافته است. دلیل این افزایش، بالا بودن بازده سالانه نسبت به هزینه سالانه هر رأس گاو می باشد و به عبارتی بازدهی بیشتر هر رأس گاو در ازای هر واحد سرمایه نسبت به سایر فعالیتها می باشد. بازده واحد دامداری در الگوی بهینه در دوره اول ۳۲۱۳۲۲۰۰۰ ریال، در دوره دوم ۱۱۲۰۵۱۰۰۰۰ ریال و در دوره سوم ۱۶۷۳۳۱۶۰۰۰ ریال است. بازده واحد زراعی در الگوی بهینه در دوره اول ۵۰۵۸۷۰۰۰ ریال، در دوره دوم ۴۸۵۶۸۰۰۰ ریال و در دوره سوم ۶۶۲۷۱۰۰۰ ریال است، بنابراین بازده واحد زراعی در دوره دوم نسبت به دوره اول به میزان ۲۰۱۹۰۰۰ ریال کاهش یافته است. این کاهش به دلیل کاهش سطح زیر کشت گندم در الگوی بهینه در دوره دوم می باشد. این در حالی است که در دوره سوم بازده واحد زراعی نسبت به دوره های اول و دوم افزایش یافته است. . بنابراین بازده کل واحد در برنامه بهینه در دوره اول ۳۷۲۲۵۶۷۰۰ ریال، در دوره دوم ۱۱۶۹۸۳۲۰۰۰ و در دوره سوم به میزان ۱۷۴۰۱۰۱۰۰۰ ریال خواهد بود. نتایج فوق در جدول ۳ آورده شده است.

قیمت سایه ای یا هزینه فرصت محدودیت های مدل: بر طبق نتایج حاصله محدودیت های شماره ۱، ۳، ۵، ۶ و ۲۳ در دوره اول دارای قیمت سایه ای هستند. به این مفهوم که تغییر در

جدول (۴) قیمت سایه ای

دوره و محدودیت	دوره اول		دوره دوم		دوره سوم	
	قیمت سایه‌ای	مقدار اضافه یا کمبود	قیمت سایه‌ای	مقدار اضافه یا کمبود	قیمت سایه‌ای	مقدار اضافه یا کمبود
۱	۱۴۴۸۸۵	۰	۴۰۰۹	۰	۵۵۸۵	۰
۲	۰	۳۶	۰	۹۱	۰	۹۱
۳	۵/۵	۰	۰	۵۵	۰	۵۵
۴	۰	۴۰	۰	۴۰	۰	۴۰
۵	۱۵۳	۰	۵۴۵	۰	۷۳۹	۰
۶	۳۸۱	۰	۸۴۴	۰	۱۱۴۳	۰
۷	۰	۷۶۵	۰	۲۷۰	۰	۲۷۰
۸	۰	۱۸۰	۰	۱۸۰	۰	۱۸۰
۹	۰	۷۱۰	۰	۲۱۵	۰	۲۱۵
۱۰	۰	۷۲۰	۰	۲۸۰	۰	۲۸۰
۱۱	۰	۴۲۹۰۰	۰	۲۰۹۰۰	۰	۲۰۹۰۰
۱۲	۰	۳۶۵۰۰	۰	۲۰۰۰۰	۰	۲۰۰۰۰
۱۳	۰	۱۴۳۳۰۰	۰	۱۲۴۹۸۵	۰	۱۲۴۹۸۵
۱۴	۰	۶۳۰۰۸۰	۰	۱۱۶۱۳۸۰	۰	۱۱۶۱۳۸۰
۱۵	۰	۸۳۴۵۹۹	۰	۸۳۴۵۹۹	۰	۸۳۴۵۹۹
۱۶	۰	۱۲۲۹۲۶۲	۰	۱۳۲۶۰۶۲	۰	۱۳۲۶۰۶۲
۱۷	۰	۱۲۳۰۹۶۰	۰	۱۴۴۳۴۸۰	۰	۱۴۴۳۴۸۰
۱۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۱	۰	۵۵	۴	۰	۲۹	۰
۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲۳	-۷۴۴	۰	-۲۱۱۸	۰	-۲۹۹۲	۰
۲۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰

مأخذ: یافته های تحقیق

مقادیر سمت راست این محدودیت ها به اندازه یک واحد موجب تغییر تابع هدف خواهد شد. بقیه محدودیت ها دارای قیمت سایه‌ای صفر هستند. محدودیت های شماره ۱ ، ۵ ، ۶ ، ۲۱و ۲۳ در دوره دوم و محدودیتهای شماره۱ ، ۵ ، ۶ ، ۲۱ و ۲۳ در دوره سوم نیز دارای قیمت سایه ای هستند. جزییات در جدول شماره ۴ آورده شده است.

تحلیل حساسیت: در این قسمت حساسیت نتایج نسبت به ضرایب تابع هدف و مقادیر سمت راست مورد بررسی قرار گرفته، که در زیر به آن اشاره شده است.

تغییرات در ضرایب تابع هدف: با توجه به جدول شماره ۱۱ مشاهده می شود که برای ضریب متغیر X1 که سطح زیر کشت گندم می باشد در دوره اول دامنه تغییرات بین ۵۵۸۸ و ∞ می باشد. این در حالی است که دامنه تغییرات ضریب متغیر X1 در دوره دوم بین۴۸۸۲ و ∞ و در دوره سوم بین ۲۹۴۳۹ و ∞ می باشد. این دامنه برای متغیر X2 در دوره اول بین ۷۴۴۳۷۱ و ∞ و در دوره دوم بین ۲۱۱۸۴۹۴ و ∞ و در دوره سوم نیز بین ۲۹۹۲۹۴۳ و ∞ می باشد. برای سایر متغیرها نیز این دامنه در جدول زیر آورده شده است.

تغییرات در مقادیر سمت راست محدودیت ها: نتایج حاصله از تحلیل حساسیت مربوط به محدودیت ها در جدول ۶ آورده شده است. در جدول مذکور حدود تغییر هر کدام از محدودیتها به طوری که تغییری در تابع هدف ایجاد نشود، آورده شده است.

جدول (۵) تحلیل حساسیت ضرایب تابع هدف

دوره و رشته فعالیت	دوره اول		دوره دوم		دوره سوم	
	بالا	پایین	بالا	پایین	بالا	پایین
X1	∞	۵۵۸۸	۴۸۸۲	∞	۲۹۴۳۹	∞
X2	۷۴۴۳۷۱	∞	۲۱۱۸۴۹۴	∞	۲۹۹۲۹۴۳	∞
X3	∞	۱۵۳۹۷۹	∞	۵۴۵۶۵۶	∞	۷۳۹۹۰۴
X4	∞	۳۸۱۵۵۳	∞	۸۴۴۲۵۴	∞	۱۱۴۳۲۹۳
X5	۹۰۷۴	۴۶۶۰۸۳	۳۳۹۸۶۶۷	۷۷۸۱	۴۶۰۲۴۸۷	۴۶۹۲۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول ۶، در دوره اول محدودیتهای مربوط به سرمایه، حداکثر کشت گندم، حداکثر کشت کلزا، حداکثر کشت یونجه وحداقل کشت ذرت جهت تأمین نیاز خود کفایی در دامنه محدودی از تغییراتشان، یازده برنامه ای را تحت تأثیر قرار نخواهد داد. دامنه تغییر سایر محدودیتها گسترده می باشد. در دوره دوم نیز محدودیتهای مربوط به حداکثر کشت کلزا، حداکثر کشت یونجه و حداقل کشت ذرت جهت تأمین نیاز خودکفایی در دامنه محدودی از تغییراتشان یازده برنامه ای را تغییر نخواهند داد. در دوره سوم

جدول (۶) تحلیل حساسیت محدودیتهای مدل

دوره و محدودیت	دوره اول		دوره دوم		دوره سوم	
	بالا	پایین	بالا	پایین	بالا	پایین
۱	∞	۲۲۲۰۱۷۰۰۰	∞	۲۷۹۶۴۸۰۰۰	∞	۲۹۹۶۴۸۰۰۰
۲	∞	۳۶	∞	۹۱	∞	۹۱
۳	۳۶	۵۵	∞	۵۵	∞	۵۵
۴	∞	۴۰	∞	۴۰	∞	۴۰
۵	۳۶	۵	۹۱	۵	۹۱	۵
۶	۳۶	۰	۷۷	۰	۷۷	۰
۷	۷۶۵	∞	۲۷۰	∞	۲۷۰	∞
۸	۱۸۰	∞	۱۸۰	∞	۱۸۰	∞
۹	۷۱۰	∞	۲۱۵	∞	۲۱۵	∞
۱۰	۷۲۰	∞	۲۸۰	∞	۲۸۰	∞
۱۱	۴۲۹۰۰	∞	۲۰۹۰۰	∞	۲۰۹۰۰	∞
۱۲	۳۶۵۰۰	∞	۲۰۰۰۰	∞	۲۰۰۰۰	∞
۱۳	۱۴۳۳۰۰	∞	۱۲۴۹۸۵	∞	۱۲۴۹۸۵	∞
۱۴	∞	۶۳۰۰۸۰	∞	۱۱۶۱۳۸۰	∞	۱۱۶۱۳۸۰
۱۵	∞	۸۳۴۵۹۹	∞	۸۳۴۵۹۹	∞	۸۳۴۵۹۹
۱۶	∞	۱۲۲۹۲۶۲	∞	۱۳۲۶۰۶۲	∞	۱۳۲۶۰۶۲
۱۷	∞	۱۲۳۰۹۶۰	∞	۱۴۴۳۴۸۰	∞	۱۴۴۳۴۸۰
۱۸	∞	۵۰۰۰۰	∞	۵۰۰۰۰	∞	۵۰۰۰۰
۱۹	∞	۲۵۰۰	∞	۲۵۰۰	∞	۲۵۰۰
۲۰	∞	۱۲۰۰۰	∞	۱۲۰۰۰	∞	۱۲۰۰۰
۲۱	∞	۵۵	۲۰	۵۵	۲۰	۵۵
۲۲	∞	۳۰۰	∝	۳۰۰	∞	۳۰۰
۲۳	۳۶	۲۰	۴۰	۲۰	۴۰	۲۰
۲۴	۰	∞	۰	∞	۰	∞

مأخذ: یافته های تحقیق

نیز محدودیتهای حداکثر کشت کلزا، حداکثر کشت یونجه، تناوب و حداقل کشت ذرت جهت تأمین نیاز خودکفایی در دامنه محدودی از تغییراتشان بازده برنامه ای را تغییر نخواهند داد.

نتایج مطالعه نشان داد که در دوره اول تعداد راس گاو به علت کمبود سرمایه کاهش می یابد. همچنین از بین رشته فعالیت های زراعی سطح زیر کشت ذرت نیز کاهش یافته است. در دوره دوم سطح زیر کشت گندم هم کاهش یافت. ولی تعداد راس گاو نسبت به دوره اول افزایش داشت. در سال سوم پس از به تعادل رسیدن رشته فعالیتهای زراعی و دامی سطح زیر کشت بهینه محصولات گندم، ذرت، کلزا و یونجه بترتیب ۲۰، ۲۰، ۵ و ۱۴ هکتار رسید. تعداد راس گاو نیز به ۹۵۴ رأس رسید. نتایج حاصل از تحلیل حساسیت حاکی از انعطاف پذیری زیاد بازده برنامه ای در دامنه زیادی از تغییرات میزان نهاده ها و قیمتها و هزینه ها بود. تنها تعداد اندکی از محدودیتها و ضرایب تابع هدف در دامنه محدودی بر بازده برنامه ای بدون تأثیر بودند.

منابع

۱. ترکمانی، ج. و خسروی، ا. ۱۳۸۰. الگوی ریاضی تعیین برنامه مطلوب در کشاورزی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. سال ۹/ (۳۵): ۱۳-۳۷.

۲. ترکمانی، ج. و عبدشاهی، ع. ۱۳۷۹. استفاده از روش برنامه ریزی چند دوره ای در تعیین الگوی بهینه کشاورزان. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. سال۸/ (۳۲): ۳۵-۵۰.

۳. جعفری، ع. ۱۳۷۶. تحلیل اقتصادی سرمایه گذاری در تکنولوژی آب اندوز: مطالعه موردی در استان همدان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز.

۴. رحمانی، ر. و سلطانی، غ. ۱۳۷۵. بهینه سازی سیستمهای کشاورزی تلفیقی و مقایسه با سیستمهای غیر تلفیقی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران. جلد(۱): ۱۷۷-۱۸۸.

۵. سلطانی، غ. ۱۳۷۰. تهیه برنامه توسعه کشاورزی با استفاده از روش برنامه ریزی ریاضی. اولین کنفرانس برنامه ریزی و توسعه. تهران. انتشارات مؤسسه عالی پژوهش در برنامه ریزی و توسعه.

۶. سلطانی، غ.، نجفی، ب. و ترکمانی، ج. ۱۳۷۷. مدیریت واحد کشاورزی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۷. شاهنوشی فروشانی، ن. ۱۳۷۱. بررسی اقتصادی سرمایه گذاری در بهره برداریهای کشاورزی با تأکید بر ماشین های کشاورزی. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی. دانشگاه شیراز.

۸. صبوحی، م. و سلطانی، غ. ۱۳۷۵. مدل سازی ایجاد گزینه ها ابزاری جهت برنامه ریزی کشاورزی. مجموعه مقالات اولین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران. جلد(۱): ۸۲-۱۳۴.

۹. کلائی، ع. ۱۳۸۰. استفاده از الگوی برنامه ریزی چند هدفی توأم با مخاطره برای بهبود کارایی هدفها و الگوهای بهینه کشت بهره برداران کشاورزی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه. سال۹/ ۳۴: ۲۳۹-۲۵۴.

10. Dillon, J.L. and J.R. Anderson. 1971. Allocation efficiency traditional agriculture, and risk. Am. J. Agr. Econ. 53(1):26-32.

11. Piggott, R.R. 1975. A linear programing solution to some market allocation problems. Australian J. Agr. Econ. 19(1): 12-22.

Determination of optimal pattern to farm – dairy composing: Application of dynamic linear programming

M. Lotfalipor – J. Torkamani– Y. Azarinfar[1]

Abstract

In this paper the special manner of application of dynamic linear programming in the system of farm ?dairy composing will be represented. This method has capability for adopting changes in the different periods for planning. This method used for determination of optimal pattern. Results showed that in the first period number of cattles will be reduced due to fund limitation. within farm products, maize will decreased as well. and a reduction in wheat acerage was obtaind in the second period. Howevre, number of cattles was increared compore to first period. In the third period an equilibrium was approached. In this period, optimal cultivated area of wheat, maize, colza and alfalfa was 20, 20, 5, and 14, respectively. Result of sensitivity analysis indicated that it was a high flexibility in the range of changes in response to inputs, cost and prices and only a few number of constraints were not changed.

Key words: Dynamic programming, integrated farm- dairy systems, optimal allocation.

1- Contribution from Ferdowsi University of Mashhad and University of Shiraz.