

تعیین الگوی بهینه فعالیتهای واحد گاوداری
با رهیافت مدل برنامه‌ریزی خطی پویا (۱۳۷۷-
(۱۳۸۱)

دکتر نعمت الله اکبری*، دکتر سعید صمدی*، مصطفی دین
محمدی**

چکیده

در گذر از مدیریت سنتی به مدیریت نوین، برنامه‌ریزی جایگاه مهمی در تعیین نوع و اندازه فعالیتهای بنگاه‌های بزرگ داشته است. از اوایل دهه پنجاه، برنامه‌ریزی خطی از ابزار مهم تحقیق در اقتصاد کشاورزی به شمار می‌آمده و کاربرد آن در مسائل مدیریت مزرعه و تجزیه و تحلیل ترکیب غذایی قابل توجه بوده است. تعیین الگوی بهینه برای فعالیتهای پرورش و فروش رده‌های مختلف دام و تعیین حداکثر سود اقتصادی واحد

* اعضای هیئت علمی گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان
** کارشناس ارشد اقتصاد
e-mail : nemata44@yahoo.com

دامی از اهم اهدافی است که در این تحقیق دنبال می شود. این پژوهش در یکی از بزرگترین واحدهای گاوداری کشور در دوره ۱۳۷۷-۱۳۸۱ با استفاده از برنامه ریزی خطی پویا صورت گرفته است. بر اساس آمار و اطلاعات موجود، امکان تعریف هشت فعالیت داشتی مجزا و یک فعالیت فروش در حوزه گله مادینه برای هر سال در این شرکت وجود داشته است. تابع هدف، تابع سود فعالیت های شرکت و هدف، حداکثر کردن آن بوده است. مدل نهایی، با توجه به الگوی مدل برنامه ریزی خطی پویا، یک تابع هدف ۴۵ متغیره با ۱۱۰ محدودیت در دوره پنجساله بوده است.

نتایج تحقیق نشان می دهد که در سالهای اولیه اختلاف بین مدل و واقعیت قابل توجه بوده ولی در سالهای پایانی این دو با هم برابر شده اند. همچنین با ثبات قیمت های بازار، واحد مورد بررسی در بهترین شرایط سود دهی، نسبت به سال ۱۳۸۱ امکان کسب ۱۰ درصد سود واقعی بیشتر داشته است. همچنین مشخص شد که حساسترین محدودیت، محدودیت جیره بوده است.

کلید واژه ها:

مدل برنامه ریزی خطی، مدل برنامه ریزی خطی پویا، الگوی بهینه، گاوداری

مقدمه

پیچیدگی، گستردگی و تنوع در فعالیتهای یک واحد تولیدی بزرگ ضرورت استفاده از شیوه ها و ابزارهای

مناسب برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری را برای تعیین سطح مطلوب تولید و ترکیب فعالیت‌های مختلف بنگاه نمایان می‌سازد.

تعیین سطح بهینه تولید یکی از مؤثرترین ابزارهای تصمیم‌گیری مدیریت به شمار می‌رود. از بین رفتن تدریجی نظام کشاورزی سنتی و همچنین توسعه و پیشرفت فناوری نوین در کشاورزی موجب شده است واحدهای کشاورزی در عصر حاضر بر اساس قواعد و اصول اقتصادی هدایت و رهبری شوند. این کار در اغلب کشورهای پیشرفته جهان از یک سو به دلیل الزام بازار در بهره‌گیری مؤثر و مطلوب از عوامل تولید و از سوی دیگر به دلیل الزامی بودن بازده معقول سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تولیدی کشاورزی از دیرباز مرسوم و متداول شده است. به همین رو در این تحقیق سعی بر این بوده است که با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی خطی پویا به تعیین سطح بهینه فعالیت‌های یکی از بزرگترین واحدهای گاوداری کشور، یعنی شرکت دامداری فکا در استان اصفهان، پرداخته شود. اهداف این تحقیق به شرح زیر است:

۱. ایجاد مدل برنامه‌ریزی متناسب با فعالیت‌های

شرکت

۲. تعیین حداکثر سود اقتصادی قابل حصول با توجه

به محدودیت‌های موجود در شرکت

۳. تعیین الگوی بهینه برای پرورش سطوح مختلف گله

۴. تعیین الگوی بهینه برای فروش سطوح قابل

فروش گله

روش تحقیق به کار گرفته شده در این پژوهش، روش علی و دوره زمانی تحقیق سالهای ۱۳۷۷ تا ۸۱ بوده است. اطلاعات مورد نیاز تحقیق از طریق مراجعه به گزارشهای مالی و حسابداری شرکت، مراجعه به آمار و اطلاعات واحد تولید و مصاحبه با مدیران تولید و امور مالی شرکت جمع آوری گردیده و تمامی این اطلاعات، تحقیق ثبتی و مکانیزه بوده و دوره پنجساله ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۱ را شامل شده است.

مبانی نظری تحقیق

کشاورزی قدمتی به درازای عمر انسان دارد و درگذر زمان شاهد تحولات شگرفی در عرصه تولید و مدیریت بوده است.

مدیریت کشاورزی، علم نسبتاً جدیدی است که از اوایل سالهای ۱۹۰۰ با کارهای تائرا و وی. تانن آغاز گردیده است. بعد از جنگ جهانی دوم، کوششهای زیادی به منظور دستیابی به یک روش محاسباتی برای واحدهای کشاورزی شد، تا اینکه روش محاسباتی مبتنی بر اصل ارزش نهایی به وجود آمد. با این روش میتوان واحدهای کشاورزی را به صورت یک مجموعه بررسی کرد. این روش اگرچه زمانبر و هزینه بر

بود، ولی موجب بهبود تصمیم‌گیریها شد، به گونه‌ای که برنامه‌ریزی خطی یکی از ابزارهای مهم برنامه‌ریزی در اقتصاد کشاورزی شناخته شد (ریاضی‌منش، ۱۳۷۹)

مدلهای برنامه‌ریزی خطی معمولی مسئله را در دوره زمانی معین مورد مطالعه قرار می‌دهند. اما در یک واحد دامی فرایند تولید و زمان بازده سرمایه‌گذاری چند دوره‌ای می‌باشد. از این رو برای در نظر گرفتن ملاحظات مربوط به دوره‌ها نیاز به مدل‌های برنامه‌ریزی چند دوره‌ای یا اصطلاحاً مدل‌های برنامه‌ریزی خطی پویاست.

این مدل‌ها در ساختمان خود از الگوی برنامه‌ریزی خطی بهره می‌برند و به روش سیمپلکس حل می‌شوند. در مدل‌های برنامه‌ریزی خطی چند دوره‌ای رشد مزرعه یا بنگاه سه مسئله قابل حل است:

۱. مدت زمان یا افق برنامه‌ریزی ۲. پیش‌بینی مصرف حال یا آینده ۳. ریسک و نبود اطمینان که طی آن ارزش خالص درآمد بنگاه در انتهای افق برنامه‌ریزی به شرط تابع مصرف خطی حداکثر می‌شود.

در حوزه مطالعات انجام شده خارجی آخاند و همکاران در سال ۱۹۹۵ (Akhand & et al., 1995) با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی چند دوره‌ای، یک مدل تخصیص آب را در زمین‌های زراعی مختلف در پروژه آبیاری لوله‌ای آریزونا تهیه کردند. این پژوهشگران از یک برنامه جدولبندی آبیاری برای پیش‌بینی تقاضای آب، از یک مدل واکنش محصول

جهت محاسبه عملکردهای زراعی و از یک مدل تحویل کانال برای آزمون قابلیت فیزیکی آب در تخصیص بهینه آب و حداکثر کردن منافع آبیاری استفاده کردند. محدودیتهای مدل شامل تقاضای آب آبیاری، قابلیت دسترسی به آب، ظرفیت تحویل آب، حداقل آب مورد استفاده و محدودیتهای مربوط به مدل واکنش محصول بود.

نیکلسون و همکاران در سال (Nicholson & et al., 1994)، راهبردهای اقتصادی مدیریت مواد غذایی را برای نظامهای دامی دو منظوره در ونزوئلا مطالعه کردند. سه راهبرد مدیریت مواد غذایی برای دامهای دو منظوره در سال ۱۹۸۷ با استفاده از یک مدل برنامه ریزی خطی چند دوره‌ای برای یک مزرعه نمونه آزمایشی به کار گرفته شد. مدل مورد مطالعه، بازده خالص تنزیل شده را (درآمد کل منهای هزینه کل) جهت دوره‌های ۳ و ۶ ساله برای گاوها حداکثر کرد. دوره‌ها بر اساس اختلافات فصلی در قابلیت دسترسی به علوفه و کیفیت آن انتخاب شدند. اطلاعاتی درباره میزان بهینه و فروش گاوها و همچنین زمین و مکملهای غذایی جمع‌آوری شد. راهبردهای مدیریت مواد غذایی به اجرا درآمد و آلترناتیوها با استفاده از مکملهای غذایی، ملاس، نشاسته کاساوا و اوره مقایسه شدند. نتایج نشان داد که بهره‌وری و سود در ابتدا به علت جذب انرژی ناشی از فیبر و ماده خشک کم می‌شوند و به کارگیری ملاس و اوره سودمندترین راهبرد در افزایش

(۱۶ درصد) بازده خالص گاوها در مقایسه با راهبرد غالب در اوایل دهه ۱۹۸۰ هستند.

از اوایل دهه پنجاه برنامه‌ریزی خطی از ابزار مهم تحقیق در اقتصاد کشاورزی محسوب شده و کاربرد آن در مسائل مدیریت مزرعه و تجزیه و تحلیل ترکیب غذایی مورد توجه قرار گرفته است. این تکنیک در ایران نسبت به کشورهای توسعه‌یافته در سطح بسیار محدودی مطرح شده و کاربردهای اندکی داشته است و لذا تجربه مختصری از این روش در دست است که در زیر به آن اشاره می‌شود:

صالح (۱۳۶۹) در مطالعه خود مدل برنامه‌ریزی خطی را برای تعیین الگوی بهینه فعالیت‌های یک واحد دامی به کار برده است. در این مطالعه از مدل تلفیقی فعالیت‌های زراعی و دامی استفاده شده است بدین معنا که بخشی از محصولات تولید شده در بخش زراعت به مصرف بخش دامی می‌رسد.

ترکمانی و عبدشاهی (۱۳۷۷) از مدل برنامه‌ریزی خطی چند دوره‌ای برای تعیین برنامه مطلوب بهره‌برداران استان فارس استفاده کردند و آمار و اطلاعات مورد نیاز را از ۳۲ بهره‌بردار شهرستان سپیدان جمع‌آوری نمودند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که جوابهای بهینه مدل در هر سال به علت تغییرات عوامل تحدید کننده مثل تغییرات سرمایه، حساسیت بالایی را نشان می‌دهند.

در تحقیقی دیگر ترکمانی و زارع (۱۳۷۹) الگویی را در قالب برنامه‌ریزی ریاضی جهت تعیین برنامه مطلوب

تلفیق زراعت-دامپروری و همچنین ترکیب بهینه جیره غذایی ارائه کردند و مورد استفاده قرار دادند. آنها اطلاعات مورد نیاز را از طریق پرسشنامه و مصاحبه حضوری با مدیران واحدهای تلفیقی شهرستان مرودشت در سال ۱۳۷۵ و متخصصان امور تغذیه دام جمع‌آوری کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که اجرای الگوی بهینه مورد نظر می‌تواند ضمن تأمین هدفهای تولیدکنندگان موجب افزایش سود بخش زراعی به میزان ۳۸ درصد و نیز کاهش هزینه جیره غذایی بخش دامپروری به میزان ۳۳ درصد شود. ریاضی منش (۱۳۷۹) در مطالعه‌ای که در یکی از واحدهای بزرگ دامی انجام داد در تعیین الگوی بهینه فعالیت‌های واحد دامی از برنامه ریزی خطی استفاده کرد. وی در این تحقیق مدل دیگری برای یک الگوی جیره بر مبنای حداقل کردن ارائه نمود.

روش و مدل تحقیق

در این تحقیق از مدل برنامه‌ریزی چند دوره‌ای برای به دست آوردن الگوی بهینه گاوداری در طول افق برنامه‌ریزی استفاده شده است. این مدل برای چندین دوره طرح‌ریزی گردیده و ارتباط دوره‌ها از طریق متغیرهای مرتبط با یکدیگر صورت گرفته است. نحوه عمل مدل بدین صورت بوده که ضمن مشخص کردن برنامه هر دوره، برنامه‌ای مطلوب برای هماهنگی فعالیت‌های کل دوره‌ها به وجود آمده است. هر دوره ممکن است بر حسب روز، هفته، ماه، فصل و یا حتی چندین سال باشد و برابر بودن طول

دوره‌ها با یکدیگر الزامی نیست. مجموعه این دوره‌ها افق برنامه‌ریزی الگویی مورد نظر را ترسیم می‌کند (هیلبر و لیبرمن، ۱۳۷۴).

فعالیتها و محدودیتهای موجود در هر دوره جهت تصمیم‌گیری مناسب از دوره‌ای به دوره بعد انتقال می‌یابد و یا تکرار می‌شود. مدل‌های برنامه‌ریزی خطی پویا بر مطالعه ساختار و استفاده بهینه از منابع مختلف (بویژه سرمایه) در طول زمان متمرکزند و به همین دلیل به آنها پویا اطلاق می‌شود. به عبارت دیگر، فعالیت‌های موجود در الگوهای هر یک متعلق به یک دوره زمانی خاص بوده و ارتباطی با متغیر بودن قیمت‌ها و ضرایب‌های نداشته است. این نوع برنامه‌ریزی عامل زمان و روابط بین متغیرها و همچنین محدودیتهای و هدف برنامه را به طور همزمان در نظر می‌گیرد و جواب مطلوب را ارائه می‌دهد (Loftsgard & Heady, 1995).

همان‌طور که گفته شد، این مدل‌ها بیش از یک دوره را دربر می‌گیرد و عامل سرمایه‌گذاری دوره‌ها را به یکدیگر ارتباط می‌دهد. در این حالت یک محدودیت سرمایه یا درآمد برای هر دوره وجود دارد که اجازه می‌دهد وجوهی جهت هزینه‌های متغیر، ثابت و مخارج زندگی برداشت شود. به عبارت دیگر، در این مدل‌ها سرمایه می‌تواند از دوره‌ای به دوره بعد انتقال یابد.

در مدل‌های برنامه‌ریزی چند دوره‌ای، تابع هدف به طور معمول حداکثر می‌شود. لذا چون بازده برنامه‌ای فعالیتها در سالهای متوالی به دست می‌آید، محاسبه ارزش فعلی درآمدهای آینده ضروری است. تابع هدف در مدل برنامه‌ریزی خطی پویا را می‌توان چنین نشان داد:

$$Z = C_1^1 X_1^1 + C_2^1 X_2^1 + \dots + C_n^1 X_n^1 + C_1^2 X_1^2 + C_2^2 X_2^2 + \dots + C_n^2 X_n^2 + \dots +$$

$C_1^k X_1^k + \dots + C_i^k X_i^k + \dots + C_n^k X_n^k + \dots + C_1^l X_1^l + \dots + C_n^l X_n^l$
در این تابع Z حداکثر ارزش حال درآمدهای آینده و

C_i^k بازده برنامه‌ای نام در سال k ام است که با استفاده از رابطه زیر در ابتدای سال اول آورده شده است (همان منبع).

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

در این تابع C_i^{-k} سود ناخالص هر محصول در سال k ام، r نرخ تنزیل و k سال مورد نظر است. لذا ارزش حال درآمدهایی حداکثر می‌شود که در دوره‌های مختلف برنامه‌ریزی به دست می‌آیند. بنابراین در تابع هدف با تنزیل (ارزش فعلی) درآمدهای ایجاد شده در کل دوره‌های افق برنامه‌ریزی می‌توان بین سالهای متوالی ارتباط برقرار نمود. در این رابطه، هدف مدل حداکثر کردن جمع بازده ناخالص سالانه فعالیت‌هایی است که به ارزش حال تنزیل یافته‌اند. سرمایه‌گذاری در منابع ثابت، استقرار در طول افق برنامه‌ریزی و ارزش اسقاط در دوره پایانی را هم

می‌توان در تابع هدف وارد کرد (ترکمانی و عبدشاهی، ۱۳۷۹).

محدودیت‌های این مدل با در نظر گرفتن دوره‌های مختلف و محدودیت‌ها

ای خاص هر دوره به شرح زیر است:

$$\begin{aligned} a_{11}^1 x_1^1 + a_{12}^1 x_2^1 + \dots + a_{1n}^1 x_n^1 &\leq S_1^1 \\ a_{21}^1 x_1^1 + a_{22}^1 x_2^1 + \dots + a_{2n}^1 x_n^1 &\leq S_2^1 \\ a_{i1}^1 x_1^1 + a_{i2}^1 x_2^1 + \dots + a_{in}^1 x_n^1 &\leq S_i^1 \\ \vdots & \\ a_{m1}^1 x_1^1 + a_{m2}^1 x_2^1 + \dots + a_{mn}^1 x_n^1 &\leq S_m^1 \end{aligned}$$

دوره اول:

در روابط بالا S_1^1 نشانگر منبع در دسترس محدودیت اول است که RHS یا مقدار دست راستی نیز نامیده می‌شود. a_{ij}^1 نیز میزان نهاده i ام مورد نیاز را برای فعالیت j ام در سال اول نشان می‌دهد.

پارامترهای برنامه ریزی خطی پویا نیز به طور کلی عبارتند از: a_{ij}^k که میزان نهاده i ام مورد نیاز برای فعالیت j ام در سال k ام است، X_j^k که فعالیت j ام در سال k ام می‌باشد و S_i^k که مقدار عرضه نهاده i ام در سال k ام است.

همچنین محدودیت‌های کلی برای برنامه ریزی خطی چند دوره ای به شرح زیر است:

$$\begin{aligned} a_{i1}^k x_1^k + a_{i2}^k x_2^k + \dots + a_{in}^k x_n^k &\leq S_i^k \\ \vdots & \\ a_{m1}^k x_1^k + a_{m2}^k x_2^k + \dots + a_{mn}^k x_n^k &\leq S_m^k \end{aligned}$$

در این مدل S_i^k مقدار عرضه منابع است که بین دوره‌ها انتقال داده نمی‌شود. هر متغیر و پارامتر را می‌توان در طول زمان بر حسب انتظارات تغییر داد. قیمت‌ها نیز ممکن است تغییر کند، فعالیت‌های جدید وارد الگو شود و یا فعالیت‌های قدیمی کنار گذاشته شود (همان منبع).

مدل فوق در این تحقیق برای دوره پنج‌ساله ۷۷-۸۱ به کار می‌رود. در ایجاد مدل برنامه‌ریزی خطی سلسله اقداماتی شامل شناخت نیاز، فرمولبندی مسئله و ساختن مدل، جمع‌آوری داده‌ها، حل مدل، اعتبار مدل و تحلیل حساسیت آن و تفسیر نتایج انجام می‌گیرد.

بعد از حل مدل، نیازی اساسی برای تجزیه و تحلیل‌های بعد از حل وجود دارد. این تحلیل باید به همان میزان که بر اعتبار حل تأکید می‌کند بر اعتبار مدل نیز تأکید کند.

تحلیل حساسیت

تحلیل حساسیت تعیین‌کننده میزان حساسیت جواب بهینه در مقابل تغییرات معین در مدل اصلی است. همان‌طور که قبلاً اشاره شده یکی از فرضیات برنامه‌ریزی خطی، معین و قطعی بودن مقادیر پارامترهای مدل است. اما می‌دانیم مقدار هر پارامتری که در مدل به کار می‌رود صرفاً بر مبنای فرضیات و پیش‌بینی‌هایی برآورد می‌گردد. این برآوردها بر پایه اطلاعاتی انجام می‌شود که معمولاً

ناقص است و گاهی اساساً وجود ندارد. از این رو، پارامترهایی که ابتدا در فرمولبندی کردن وارد می‌شوند، فقط تخمینی تجربی و حتی سرانگشتی به شمار می‌آیند. جواب «بهینه» صرفاً برای مدل معینی بهینه است که برای ارائه مسئله واقعی به کار رفته است. چنین جوابی تنها در صورتی می‌تواند راهنمای مطمئنی برای تصمیم‌گیری باشد که علی‌رغم تغییرات پارامترهای مدل، همچنان به عنوان یک جواب خوب باقی بماند، به علاوه مقدار پارامترهای مدل غالباً بستگی به خطمشی و سیاست‌های تصمیم‌گیری دارد، لذا نتایج این تصمیم‌گیریها باید بررسی شود و در صورت لزوم مورد تجدید نظر قرار گیرند. با ملاحظه دلایل یاد شده است که تحلیل حساسیت ضرورت پیدا می‌کند. منظور از تحلیل حساسیت بررسی تأثیر تغییرات محتمل پارامترها بر روی جواب بهینه است.

بنابراین، هدف اصلی تحلیل حساسیت، شناخت این نوع پارامترهای کاملاً حساس است تا تخمین آنها با دقت بیشتری انجام شود و در عین حال جوابی انتخاب گردد که در مجموع به ازای تمام مقادیر محتمل پارامترها، به عنوان یک جواب خوب مطرح باشد.

در این قسمت دو نوع تحلیل حساسیت یعنی تحلیل حساسیت اعداد سمت راست و تحلیل حساسیت ضرایب تابع هدف بررسی می‌شود.

تحلیل حساسیت اعداد سمت راست: هدف در تحلیل حساسیت اعداد سمت راست، تعیین دامنه تغییراتی برای عدد سمت راست يك محدودیت مشخص است که در صورت تغییر اعداد سمت راست در آن دامنه، جواب نهایی همچنان موجه باقی بماند.

تحلیل حساسیت ضرایب تابع هدف: منظور از تحلیل حساسیت ضرایب تابع هدف، تعیین حد بالا و پایین برای ضرایب تابع هدف است به طوری که در این دامنه با ثابت نگه داشتن سایر ضرایب، یافتن هدف الگوی بهینه ارائه شده همچنان ثابت بماند.

در تجزیه و تحلیل اقتصادی از پاسخ به يك سؤال برنامه ریزی، با مسئله ای به نام قیمت های سایه ای^۱ مواجه هستیم. اما مفهوم قیمت سایه ای چیست؟

مفهوم قیمت سایه ای: در مدل های برنامه ریزی خطی ارائه مفاهیم اقتصادی و ارزش اقتصادی منابعی که با مقدار تابع هدف (Z) اندازه گیری می شوند، بسیار مفید است. روش سیمپلکس این اطلاعات را توسط قیمت های سایه ای ارائه می کند. قیمت های سایه ای در هر مسئله به تعداد محدودیت های موجود در آن مسئله بستگی دارد.

قیمت سایه ای هر محدودیت نشان دهنده میزان بهبود مقدار بهینه تابع هدف به ازای افزایش عدد سمت راست آن محدودیت به میزان يك واحد به شرطی است که سایر پارامتر های مدل بدون تغییر باقی بمانند.

قیمت های سایه ای یا قیمت های ثانویه^۲ بیانگر ارزش اقتصادی هر واحد عدد سمت راست است. در صورتی که اعداد

1. shadow prices

سمت راست نشان‌دهنده میزان منابع موجود باشد، قیمت‌های سایه ای منعکس‌کننده ارزش اقتصادی هر واحد از منبع است و نرخ تغییرات مقدار تابع هدف را به ازای افزایش یک واحد منبع نشان می‌دهد (مهرگان، ۱۳۷۹).

روش محاسبه ضرایب تابع سود و پارامترهای مدل

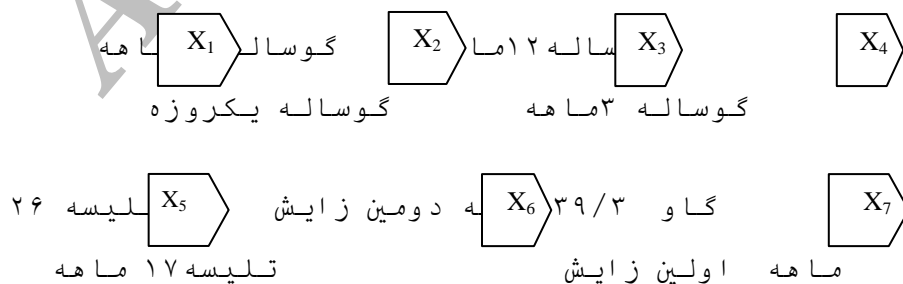
برای عملیاتی کردن مدل برنامه ریزی خطی ابتدا مطالعات اولیه ای در باره نحوه و نوع فعالیتها و فرایند تولید شرکت صورت گرفت. یک مدل عبارت است از ساختار فعالیت یک بنگاه به زبان ریاضی. تعریف دقیق فعالیتها نیاز به مشاوری با کارشناسان مربوط و آمار و اطلاعات مورد نیاز دارد. نوعاً رسیدن به الگوی واحدی از فعالیتها مشکل می‌نماید. در الگوهای پویا تغییرات فرایند تولید در طول زمان منجر به تغییر مدل می‌شود و ارائه یک مدل ثابت از نحوه فعالیتها برای طول دوره بررسی ممکن است ضرایب و پارامترها را اریب کند.

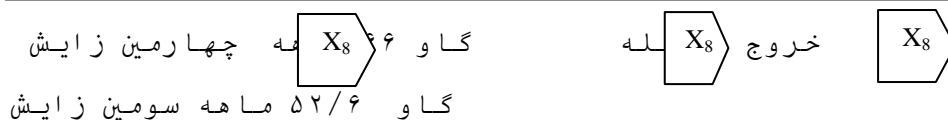
فرایند تولید در یک واحد دامی کاملاً پویاست و در هر لحظه از زمان (در یک برش عرضی) در تمام رده‌های سنی دام در گله مشاهده می‌شود. ولی بنابر محدودیتهای ایجاد مدل، مدل با این فرض ساخته می‌شود که در آن رده‌های تعریف شده دام در روز اول هر رده قرار دارند. این فرض از فروض تحقیق محسوب می‌شود.

از آنجا که بر اساس آمار و اطلاعات موجود، امکان تعریف هشت فعالیت داشتی مجزا و یک فعالیت فروش در حوزه گله مادینه وجود داشت، لذا ۹ متغیر زیر به عنوان فعالیت‌های شرکت تعریف شد:

X_1 : گوساله ماده ۰-۳ ماهه، X_2 : گوساله ماده ۴-۸ ماهه،
 X_3 : گوساله ماده ۹-۱۲ ماهه،
 X_4 : تلیسه غیر آبستن (۱۲-۱۶ ماهه)، X_5 : تلیسه آبستن
 داشتی (۱۶-۲۵ ماهه)، X_6 : گاو شکم اول،
 X_7 : گاو شکم دوم، X_8 : گاو شکم سوم و بالاتر، X_9 : تلیسه
 آبستن فروشی (۱۶-۲۵ ماهه)

این متغیرها در سال‌های دوره بررسی تکرار می‌شوند. به علت اینکه در این شرکت به طور متوسط عمر اقتصادی یک گاو ۶۶ ماه (تقریباً ۵/۵ سال) بوده دوره بررسی از سال ۱۳۷۷ تا ۸۱ انتخاب شده است. نمودار زیر الگوی مراحل رشد یک گوساله یکروزه داخل گله را در دوره اقتصادی شرکت نشان می‌دهد. هر متغیر بسته به رده سنی اش در یک نقطه این نمودار در گله قرار می‌گیرد و تا آخر دوره در مدل باقی می‌ماند.





بر اساس هدف تحقیق، که حداکثر کردن سود کل شرکت متناسب با فعالیتهای آن است، ضرایب متغیرهای تصمیم در تابع هدف بیانگر درآمد خالص (سود) هر فعالیت تولیدی می‌باشد. با توجه به دوره ای بودن فعالیتها، درآمد خالص هر فعالیت به اول دوره آن سال تنزیل و ضریب هر متغیر در آن سال به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$NPV_i = PV_i - PC_i$$

در این معادله PC_i ارزش فعلی بهای تمام شده فعالیت i ام و PV_i ارزش فعلی درآمد حاصل از فعالیت i ام و NPV_i ارزش فعلی خالص درآمد فعالیت i ام در طول دوره اقتصادی هر متغیر می‌باشد.

هر متغیر در دوره یاد شده دارای جریان هزینه ای و درآمدی است. جریان هزینه ای دام قبل از تولد آن شروع می‌شود و تا پایان دوره ادامه می‌یابد. جریان درآمدی آن نیز از اولین زایش آغاز و تا آخر دوره ادامه می‌یابد (شایان ذکر است که کود بازیافتی از همان آغاز جنبه درآمدی داشته ولی درآمد آن قابل توجه نبوده است). حداکثر دوره متعلق به گوساله ۰-۳ ماهه است که ۶۶ ماه در مدل باقی می‌ماند و حداقل آن متعلق به گاو

شکم سوم است که ۱۳ ماه در مدل باقی می ماند. تنزیل به صورت ماهانه صورت می‌گیرد. و برای استفاده در تابع هدف ضرایب سود از دوره به سال تبدیل می شود. برای تنزیل از نرخ ۱۴٪ استفاده می گردد. این نرخ متوسط بهره وامهای دریافتی در دوره زمانی تحقیق (۱۳۷۷-۱۳۸۱) شرکت می‌باشد و مقادیر ضرایب برآوردی به صورت ماهانه تنزیل شدند.

بر اساس اطلاعات شرکت، یک رأس گوساله در دوره اقتصادی پس از رسیدن به سن زایش، ۴ شکم می زاید و از هر شکم ۸۵٪ گوساله سالم به دنیا می آید. این گاو سه دوره شیردهی دارد و در کل دوره دارای کود باز یافتی و در آخر دارای ارزش اسقاطی است. از این رو برای یک دام داشتی چهار منبع درآمدی مطرح است. (البته درصدی از دامها به صورت ذبح اضطراری و تلفات از گله خارج می‌شوند که در محاسبه ضرایب تابع سود و پارامترهای مدل این مسئله به صورت ریسک ناشی از نرسیدن به آخر دوره دخالت داده می شود).

برای محاسبه هزینه های هر رده از ضرایب هزینه، قیمت تمام شده شیر و بهای تمام شده گوساله قبل از تولد استفاده شد. ضریب هزینه هر دام از طریق متوسط هزینه نگهداری یک رأس دام (که شامل مجموع هزینه روزانه خوراک، سربار و دستمزد است) در رده هزینه های صورت گرفته در قالب بهای تمام شده شیر و بهای تمام شده گوساله قبل از تولد محاسبه می شود. بدین ترتیب از ۴۰۵ روز

فاصله دو زایش ۳۳۴ روزه را که گاو شیر می دهد هزینه‌های تولید شیر و ۷۱ روز باقیمانده را که ایام خشکی گاو است هزینه‌های تولید گوساله در شکم گاو در نظر می‌گیرند

روش محاسبه ضرایب فنی محدودیتهای مدل

محدودیت الگوی ترکیب گله، محدودیت فضای کالبدی، محدودیت جیره و محدودیت نیروی انسانی از مهمترین محدودیتهایی بودند که شناسایی شدند.

ترکیب گله مهمترین محدودیتی به شمار آمده که رعایت آن الزامی بوده است. برای استخراج این محدودیت از حداقل و حداکثر درصد هر رده در طول سالهای گذشته استفاده شد. در پیوست مقاله^۱ بیان ریاضی محدودیتهای هر متغیر و همچنین رده‌های گوساله، تلیسه و گاو در سال ۱۳۷۷ نشان داده است. این محدودیت برای چهار سال بعد نیز به همین منوال گزارش شده است.

به عنوان

مثال بیان ریاضی محدودیت گوساله (مجموع سه رده گوساله) در سال

۱۳۷۷ چنین است:

$$X_2 + X_3 \geq 0.2235 (X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8)$$

یعنی مجموع گوساله حداقل باید ۲۲٪ کل گله مادینه را شامل شود.

۱. این پیوست در دفتر نشریه موجود است.

برای استخراج محدودیت فضای کالبدی از حداقل استاندارد فضای لازم برای هر متغیر استفاده شد. برای رده‌های بالای گوساله ۹ ماهه علاوه بر فضای مسقف، فضای رو باز به عنوان فضای گردشگاه نیز مورد نیاز بوده است. برای مثال یک گوساله ۹-۱۲ ماهه به یک فضای مسقف $2/5$ متر مربعی برای مدت چهار ماه نیاز دارد. چون متغیرها به صورت سالانه است، این فضا به صورت یک سوم منظور می‌شود. در تنظیم پارامتر محدودیت فضای کالبدی ترکیب باربندها از حیث اینکه چه رده‌هایی با هم در یک باربنده نگه‌داری می‌شوند در نظر گرفته شده است. در فرم ریاضی محدودیتها محدودیت نوزدهم و بیستم محدودیت فضای کالبدی را نشان می‌دهد.

برای استخراج ضرایب فنی با لحاظ کردن محدودیت نیروی انسانی فرض شد که از کل روزهای کاری انجام شده در قسمت دامداری، ۶۵ درصد به رده گاوها، $17/5$ درصد به رده تلیسه‌ها و $17/5$ درصد به رده گوساله اختصاص داده شده است. کل روزهای کاری انجام شده در قسمت دامداری از خلاصه فهرست حقوق شرکت استخراج گردید و برای محدودیت نیروی انسانی صرفاً شاغلان بخش دامداری عامل محدود کننده در نظر گرفته شد.

محدودیت جیره براساس میانگین بهای مصرفی هر متغیر در سالهای مختلف به دست آمده است. در فرم ریاضی محدودیتها، محدودیت بیست و دوم بیانگر محدودیت جیره و مقدار سمت راست محدودیت نشان‌دهنده مقدار کل هزینه جیره صرف شده در رده

گله مادینه می باشد. این محدودیتها برای پنج دوره تکرار می شوند.

تشکیل و تصریح مدل

تصریح مدل نهایی براساس الگوی پویای مدل برنامه‌ریزی خطی صورت گرفت. ویژگیهای این مدل در فصل دوم و سوم تشریح شد. با توجه به اینکه هر سال ۹ متغیر تصمیم و ۲۲ محدودیت بر مدل اعمال می‌شود، مدل نهایی در دوره پنجساله شامل یک تابع هدف ۴۵ متغیره با ۱۱۰ محدودیت می‌باشد. تصریح تابع هدف مدل که هدف، حداکثر کردن آن است، به شکل زیر است:

$$\begin{aligned} & 1779390s_1 + 2062576s_2 + 2344722s_3 + 2432289s_4 + 3027117s_5 + 3909939s_6 + 37789+ \\ & 90s_7 + 5486678s_8 + 1190021s_9 + 2188649E_1 + 2536968E_2 + 2884008E_3 + 3084172E_4 + \\ & 3561773E_5 + 4693855E_6 + 4978190E_7 + 5472567E_8 + 2131321E_9 + 2648266N_1 + 3069731N_2 \\ & + 3489649N_3 + 3731848N_4 + 4309745N_5 + 6105248N_6 + 5584973N_7 + 6303844N_8 + \\ & 2099580N_9 + 3257367Z_1 + 3775769Z_2 + 4292269Z_3 + 4590173Z_4 + 5300986Z_5 + 7509455Z_6 \\ & + 6207582Z_7 + 9000656Z_8 + 2740219Z_9 + 3876267O_1 + 4493166O_2 + 5107800O_3 + \\ & 5462306O_4 + 6308173O_5 + 8936251O_6 + 7387023O_7 + 1.070727E + 07O_8 + 3677132O_9 \end{aligned}$$

مدل فوق به وسیله نرم افزار Winqsب حل شد که نتایج تفصیلی آن در پیوست مقاله^۱ و خلاصه آن در جدول ۱ آمده است. در جدول ۲ نیز تعداد موارد اختلاف مدل با آمار واقعی در کل گله نشان داده شده است.

۱. این پیوست در دفتر فصلنامه موجود است.

جدول ۱. آمار ترکیب رده های دام گله و فروش تلیسه در مدل بهینه (واحد رأس)

شرح	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱
گوساله	۱۸۷	۱۸۳	۱۸۳	۲۱۴	۲۲۶
گوساله	۲۸۸	۲۹۸	۲۹۹	۳۲۹	۳۵۷
گوساله	۲۳۳	۲۵۱	۲۵۲	۲۶۶	۲۷۳
تلیسه غیر	۴۳۲	۳۶۳	۳۶۳	۳۵۹	۳۶۲
تلیسه	۳۳۰	۳۹۲	۳۹۳	۳۸۹	۳۹۲
گاو	۱۵۰۶	۱۵۹۳	۱۵۹۷	۱۸۴۴	۱۹۸۶
جمع	۲۹۷۶	۳۰۸۰	۳۰۸۸	۳۴۰۱	۳۵۹۸
فروش	۷۵	۱۰۳	۲۰۰	۱۲۹	۱۳۹

مأخذ: محاسبات محقق

جدول ۲. تعداد اختلاف مدل با آمار واقعی در کل گله (واحد رأس)

شرح	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱
تعداد اختلاف	-۸۰	-۸۷	-۳۸	-۵۱	۱۹

مأخذ: محاسبات محقق

آنچه مشخصاً از این جدول بر می آید این است که در سالهای پایانی دوره اختلاف بین مدل و عملکردکاهش یافته به نحوی که می توان گفت با توجه به وضعیت موجود، سقف گله به حداکثر خود نزدیک شده است.

تحلیل حساسیت و تفسیر اقتصادی مدل

تحلیل حساسیت تعیین‌کننده میزان حساسیت جواب بهینه به دامنه معینی از تغییرات در ضرایب و پارامترهای مدل اصلی است. در تحلیل حساسیت، محدودیتها و متغیرهای تصمیم حساسند و در صورت تغییر آنها فراتر از دامنه ارائه شده جواب مدل تغییر می‌کند.

تحلیل حساسیت ضرایب تابع هدف

خروجی ۱ موجود در پیوست مقاله تحلیل حساسیت ضرایب را نشان می‌دهد. در سال ۱۳۷۷ متغیر $S1$ فعالیت پرورش گوساله ۳-۰ ماهه است. جواب مدل تعداد ۱۸۷ رأس گوساله ۳-۰ ماهه است. اگر ضریب سود این فعالیت در دامنه ۱۲۸۵۰۵۰ تا ۴۶۱۲۳۸۴۰۰ ریال (با فرض ثابت ماندن سایر ضرایب) تغییر کند جواب مدل تغییر نمی‌کند.

در مقایسه با متغیر اول از دامنه مجاز تغییر در ضریب سود متغیر دوم ($S2$) کاسته می‌شود. در این سال حساسیت ضریب سود تلیسه ($S5$) به بیشترین مقدار می‌رسد به طوری که صرفاً در دامنه ۲۴۵۶۳۷۱ تا ۲۶۳۰۲۰۲ ریال سود این فعالیت می‌تواند تغییر کند، ضمن اینکه جواب مدل تغییر نکند. اما در رده‌های گاو دامنه مجاز تغییر ضرایب بیشتر می‌شود. تفسیر سالهای بعد نیز چنین است. در مجموع، چنانکه از تحلیل حساسیت ضرایب برمی‌آید، در سالهای پایانی دامنه مجاز تغییر ضرایب سود وسیعتر می‌شود.

تحلیل حساسیت و مقادیر سمت راست محدودیتها^۱

مهمترین بحث در تحلیل حساسیت مقادیر RHS، تحلیل قیمت سایه‌ای و تفسیر اقتصادی آن است. وقتی که تمام منابع سمت راست مصرف نشده باشد (این مصرف نشدن ممکن است ناشی از قیدها و انتخابهای پرسود دیگر باشد)، قیمت سایه‌ای آن صفر است یعنی افزایش یک واحد به سمت راست تأثیری در بهبود سود ندارد.

تغییر دادن دامنه کمینه و بیشینه مقادیر سمت راست، متغیرهای مدل را همچنان پایه‌ای نگه می‌دارد، ولی میزان جوابها و مقدار سود ممکن است تغییر کند. با این مقدمه، به تحلیل حساسیت RHS براساس خروجی دو مندرج در پیوست مقاله می‌پردازیم.

۱. در مجموع از تحلیل حساسیت مقادیر RHS چنین بر می‌آید که در مدل موجود محدودیت فضا عامل تحدید کننده نیست و همواره در این سالها مقداری منابع مصرف نشده (مازاد) در طرف راست محدودیتها وجود داشته که دارای قیمت سایه‌ای صفر بوده است.

۲. ترکیب گله محدودیت الزام آور می‌باشد که الزام آن در اکثر سالها به معنی پذیرش سود منفی است. علت قیمت سایه‌ای منفی در بعضی سالها این است که الزام محدودیت حداقل برای یک فعالیت سودده دارای هزینه است و این همان سود منفی است.

1. right hand side (RHS)

۳. محدودیت نیروی انسانی دارای حساسیت بالایی است و مدل را تحت تأثیر قرار می‌دهد ولی با وجود محدودیت جیره دارای قیمت سایه ای صفر است؛ یعنی با منابع موجود امکان استفاده بیشتر از نیروی کار وجود دارد.
۴. محدودیت جیره از جمله حساسترین محدودیتهاست. این محدودیت همواره دارای قیمت سایه‌ای می‌باشد، به گونه‌ای که افزایش آن احتمالاً سود را بهبود می‌بخشد. در بعضی سالها افزایش ۱ واحد (یک ریال) منابع در اختیار این محدودیت به افزایش بیشتر از یک واحدی سود می‌انجامد.

برآورد مدل با حذف دو محدودیت جیره و نیروی انسانی

یکی از اهداف این تحقیق، تعیین حداکثر سود اقتصادی در شرکت می‌باشد که برای رسیدن به آن لازم است حداکثر اندازه گله با توجه به محدودیتهای فوق تعیین شود. در اینجا این فرض ضمنی در نظر گرفته می‌شود که جیره و نیروی انسانی محدودیتهایی هستند که می‌توان با افزایش سرمایه در گردش (به هر طریق) الزام آنها را بر طرف کرد. ولی محدودیتهای ترکیب گله و فضا (در شرایط موجود) محدودیتهایی نیستند که بتوان به راحتی آن را از الزامی بودن خارج نمود. باید گفت که شرکت در سال جاری (مربوط به آن زمان) اقدام به تأسیس واحد تولید خوراک دام در مقیاس بالا نموده است. از این رو مدل بدون دو محدودیت

اشاره شده و صرفاً برای سال ۱۳۸۱ که آخر دوره می‌باشد، برآورد گردید. خلاصه نتایج در خروجی ۳ ارائه شده است.

مشاهده می‌شود که سود کلی به رقم ۳۰۵۸۳۸۳۰۰۰۰ ریال افزایش یافته است. این سود با سهم سود سال ۱۳۸۱ قابل مقایسه است. اگر شرکت بتواند به این سقف گله برسد، سود کسب شده امکان افزایش ۱۰ درصدی را می‌یابد. البته در جواب مدل برنامه ریزی خطی این مسئله قابل درک نیست که با این افزایش در سقف گله آیا شرکت وارد ناحیه سه اقتصادی می‌شود یا نه؟ لذا ضرورت دارد به سایر شاخصهای اقتصادی و مالی رجوع شود.

نتیجه گیری

۱. از تحلیل حساسیت ضرایب تابع هدف مشخص شد که در حرکت به سالهای پایانی دوره بررسی، تغییر پذیری مدل بیشتر می‌شود چرا که دامنه مجاز تغییر ضرایب تابع سود افزایش می‌یابد.

۲. شرکت در بهترین شرایط سود دهی امکان کسب ۱۰ درصد سود واقعی بیشتر نسبت به سال ۱۳۸۱ را دارد. در این حالت سقف گله مادینه به رقم ۴۱۳۱ رأس می‌رسد. البته در افزایش گله مادینه به این رقم، توجه به سایر شاخصهای اقتصادی ضروری است.

۳. روند اختلاف بین مقادیر مدل و مقادیر واقعی در الگوی پرورش گله نشان می‌دهد که در سالهای اولیه اختلاف بین مدل و واقعیت قابل توجه است، ولی در سالهای پایانی

این دو با هم برابر می‌شوند. به عبارت دیگر می‌توان چنین تعبیر کرد که شرکت در سالهای پایانی تقریباً به حداکثر سقف گله خود رسیده و لذا توصیه مبنی بر افزایش گله با شرایط موجود قابل دفاع نیست. البته با توجه به شرایط موجود در بازار این توصیه نمی‌تواند قاطع باشد و به بررسی سایر شاخصهای شرکت نیاز است.

۴. روند فروش تلیسه بستگی به دو قید حداقل و حداکثر فروش دارد. اگر این دو قید برداشته شود، مدل، توصیه قابل توجهی در زمینه فروش تلیسه ندارد و سطوح بسیار پایینی از فروش تلیسه را پیشنهاد می‌نماید. البته این موضوع از طریق بررسی وجود هزینه فرصت در فروش تلیسه نسبت به پرورش آن قابل درک است.

۵. از تحلیل حساسیت مقادیر RHS مشخص شد که عنصر تحدیدکننده در افزایش گله، محدودیت جیره است. هزینه‌های جیره درصد قابل توجه هزینه‌های شرکت (حدود ۷۰ درصد کل هزینه‌های سالانه شرکت) را تشکیل می‌دهد. افزایش یک واحد (یک ریال) ی این منبع صرفاً در سال ۱۳۷۸ به افزایش کمتر از یک ریالی سود منجر شده است و در باقی سالها به افزایش بیشتر از یک ریالی سود انجامیده است. در سال ۱۳۷۷ افزایش یک واحد (یک ریال) ی جیره، قادر بود بیشترین افزایش را در سود (۱/۳۷ ریال) ایجاد کند.

۶. با توجه به اینکه هزینه‌های خوراک ۷۰ تا ۷۵ درصد کل هزینه‌های جاری شرکت را تشکیل می‌دهد، این محدودیت می‌تواند نگرانی از محدودیت سرمایه در گردش

برای شرکت محسوب شود و لذا سرمایه در گردش نیز عامل تحدید کننده برای شرکت به حساب آید که همان حساسیت بالای جیره را دارد.

۷. از تحلیل حساسیت مقادیر RHS مشخص شد که به واسطه الزام به رعایت قید ترکیب گله، شرکت مجبور به پرداخت هزینه است. این هزینه هزینه فرصت ناشی از عدم توانایی شرکت در گزینش فعالیت‌های پر سود محسوب می شود. اگر شرکت می توانست از درجه الزامی بودن این محدودیت بکاهد و آزادی خرید و فروش را در همه فعالیت‌های خود کسب کند، این هزینه را قادر بود نپردازد.

۸. از تحلیل حساسیت مقادیر RHS مشخص شد که تا سقف ۴۱۳۲ رأس گله مادینه محدودیت فضای کالبدی تحدید کننده نیست.

۹. مقایسه نتایج مدل برآوردی با عملکرد گویای این واقعیت است که در رده گوساله‌ها (مجموع سه رده) تفاوت معنی‌دار و قابل توجهی بین مدل و عملکرد وجود ندارد، ولی در تلیسه‌ها این تفاوت قابل تأمل است. توصیه مدل، کم کردن تلیسه غیر آبستن و افزودن بر تلیسه آبستن است. تعبیر اقتصادی از این نتیجه ممکن است این باشد که هر چه زمان آبستن شدن تلیسه زودتر باشد با صرفه‌تر است، از این رو با زودتر آبستن شدن تلیسه‌ها تعداد کمتری از آنها در رده تلیسه آبستن می ماند و در نتیجه تعداد آنها کمتر می شود.

۱۰. ضرایب سود به دست آمده در این تحقیق حاوی اطلاعات مهمی از وضعیت بازار و عملکرد بنگاه است و به عنوان شاخص اقتصادی می‌تواند مطرح باشد. روند تغییر ضرایب سود طی پنج سال روند صعودی داشته است. دلیل اصلی این روند وجود تورم قیمت‌ها و افزایش سهم ارزش گوساله و ارزش اسقاطی در ضرایب سود است.

منابع

۱. بخشوده، محمد (۱۳۷۵)، اصول اقتصاد تولید محصولات کشاورزی، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۲. پرانیزگی تینگر (۱۳۶۶)، تحلیل اقتصادی طرح‌های کشاورزی، ترجمه مجید کویا، انتشارات دانشگاه تهران.
۳. ترکمانی وزارع (۱۳۷۹)، تعیین الگوی بهینه فعالیت‌های دامی و زراعی در واحدهای تلفیقی، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۳۲.
۴. ترکمانی و عبدشاهی (۱۳۷۷)، استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی چند دوره‌ای در تعیین الگوی بهینه کشاورزان، فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، شماره ۴.
۵. ریاضی منش (۱۳۷۹)، بهینه‌سازی عملکرد واحدهای ترکیبی زراعی - دامی در واحد دامی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد نجف‌آباد.

۶. صالح، ایرج (۱۳۶۹)، تعیین تولید بهینه در یک واحد تولید دامی - زراعی با استفاده از کاربرد برنامه ریزی خطی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۷. کویاهی، مجید (۱۳۷۱)، کاربرد برنامه ریزی خطی در کشاورزی، جلد دوم، مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

۸. مهرگان، محمدرضا (۱۳۷۷)، پژوهش‌های عملیاتی در برنامه ریزی خطی و کاربردهای آن، نشر دانشگاهی، تهران.

۹. هیلرو لیبرمن (۱۳۷۴)، برنامه ریزی خطی، ترجمه محمد مدرس و اردلان آصف وزیری، انتشارات نشر تندر، تهران.

10. Akhand, N.A., D.L.Larson & D.C.Slak (1995), Canal irrigation allocation planning model, *Transaction of the Asef*, 38(2).

11. Dolatabadi & Toman (1991), Technology options for electricity generation economic factors, resources for the future, Johns Hopkins University Press, Baltimore.

12. Loftsgard, L.D & E.O. Heady (1995), Application of dynamic programming models for optimum farm and home plans, *Journal of farm Economics*, 41.

13. Nicholson, C.F. Blake & Leedr (1994), Economic comparison of nutritional management strategies for Venezuelan dual purpose cattle systems, *Journal of Animal Sciences*, 72.