اقتصادکشاورزي و توسعه، سال سیزدهم، شماره ۵۱، پاییز ۱۳۸۴

# مدلهای برنامه‌ریزی چند منطقه‌ای و کاربرد آن در کشاورزی
## مطالعه موردی استان فارس

دکتر رامتین جولایی*، دکتر عادل آذر*، دکتر امیر حسین چیذری*

چکیده

توسعه یا تحدید کشت محصولات کشاورزی در مناطق مختلف باید با توجه به محدودیت منابع و زمینهای حاصلخیز کشاورزی صورت گیرد و این مسئله لزوم طراحی یک مدل چند منطقه‌ای الگوی کشت محصولات زراعی را آشکار می کند؛ مدلی که در عین فراگیری و یک پارچه بودن، از نظر منطقه ای تفکیک شده باشد و توانایی تمایز بین منابع مشترک و غیر مشترک را دارا باشد. تفکیک مدل از نظر منطقه‌ای باعث افزایش دقت مدلسازی برای هر منطقه می شود و در کنار هم قرار دادن این مناطق در یک مدل فراگیر موجد نگرش فرا منطقه‌ای می گردد.

نتایج این تحقیق چنین نشان می‌دهد که استفاده از مدل چندمنطقه‌ای، سود را نسبت به وضع موجود ۲/۰۳ درصد می افزاید و همچنین زمینهای بدون کشت را ۳ درصد نسبت به مجموع مدلهای شهرستانی کاهش می‌دهد. به اشتراک گذاشتن منابع باعث می‌شود محصول سودآورتری مانند گندم دیم جایگزین جو دیم در مدل شهرستانی شود.

* به ترتیب: اعضای هیئت علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه مدیریت دانشگاه تربیت مدرس ، گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس e-mail: r_ joolaie@yahoo.com

این موضوع نشان می دهد که به اشتراک گذاشتن منابع کمیاب در صورت امکان می تواند در افزایش سودآوری کل منطقه مفید باشد، مضافاً اینکه در شرایط موجود اجرای این پیشنهاد با تخصیص بهینه سم و کود و نیز افزایش کارایی نظام بانکی امکانپذیر است.

**کلیدواژه‌ها:**

مدلهای چند منطقه ای،الگوی بهینه کشت، برنامه ریزی خطی، استان فارس

**مقدمه**

تعیین الگوی مناسب کشت توسط کشاورز از عوامل بسیار مؤثر بر حداکثر سازی سود آوری وی است. استفاده بهینه کشاورزان از منابع محدود در تولید محصول در بهبود درآمد آنها و همچنین توسعه کشاورزی کشور نقش فراوانی دارد و از روشهای دستیابی به این الگوی بهینه کشت، استفاده از مدلهای برنامه ریزی ریاضی است که در کشاورزی کاربرد فراوانی دارد و به خوبی می تواند پاسخگوی مسائل کشاورزان و مسئولان کشاورزی باشد.

توسعه یا تحدید کشت محصولات مختلف کشاورزی در مناطق مختلف باید با توجه به محدودیت منابع و همچنین زمینهای حاصلخیز کشاورزی صورت گیرد و این مسئله لزوم طراحی یک مدل فراگیر الگوی کشت محصولات زراعی را آشکار می کند. تفکیک مدل از نظر منطقه‌ای باعث افزایش دقت مدلسازی برای هر منطقه می شود و در کنار هم قرار دادن این مناطق در یک مدل فراگیر باعث نگرش فرا منطقه‌ای می شود.

در مدل منطقه‌ای منابع مشترک نهاده هایی هستند که به علت تحرک پذیری، قابلیت انتقال و تخصیص بین مناطق را با کمترین هزینه دارند؛ مانند سم، کودهای شیمیایی و سرمایه. در حالی که منابع غیر مشترک منابعی هستند که به یک منطقه خاص اختصاص دارند و امکان انتقال آنها از یک منطقه به منطقه دیگر ناممکن یا هزینه بر است؛ مانند زمین، آب و نیروی کار.

**منطقه مورد مطالعه**

محصولات مورد نظر این تحقیق، محصولات زراعی راهبردی‌اند و بنابراین لازم است منطقه مورد مطالعه در تولید این محصولات از اهمیت ویژه ای برخوردار باشد و همچنین شهرستانهای مورد مطالعه امکان مبادله منابع مشترک را داشته باشند. از این رو، سه شهرستان مرکزی استان فارس انتخاب شد که در ادامه به ذکر مشخصات زراعی این مناطق خواهیم پرداخت.

**استان فارس**

استان فارس با سطح زیر کشتی معادل ۹۲۲ هزار هکتار، سومین استان کشور در تولید محصولات زراعی است. به طور کلی ۸۳ درصد اراضی کشاورزی این استان به زراعت و آیش سالانه اختصاص دارد که حدود ۸۰ درصد آن آبی و بقیه دیم می باشد. از این سطح زیرکشت ۴۴۱ هزار هکتار گندم، ۱۳۷ هزار هکتار جو، ۹۲ هزار هکتار ذرت دانه ای، ۵۷ هزار هکتار شلتوک، ۳۲ هزار هکتار چغندرقند، ۱۶ هزار هکتار عدس، ۱۴ هزار هکتار لوبیا، ۱۶ هزار هکتار نخود، ۱۱ هزار هکتار دانه های روغنی، ۱۴هزار هکتار پنبه، ۱۰ هزار هکتار سیب زمینی، ۴ هزار هکتار پیاز و مابقی سایر محصولات است(بی نام، ۱۳۸۲).

**شهرستان شیراز**

شهرستان شیراز با سطح زیر کشتی معادل ۱۴۲ هزار هکتار، دومین مقام سطح زیر کشت استان را به خود اختصاص داده است.۸۳ درصد این سطح زیر کشت آبی و بقیه دیم می باشد. از این سطح زیر کشت حدود ۵۴ درصد گندم، ۱۳ در صد جو، ۱۱ در صد ذرت دانه ای، ۹ درصد شلتوک، ۲ در صد چغندرقند، ۲ درصد پیاز و بقیه شامل سایر محصولات مانند نخود، عدس، پیاز، سیب‌زمینی، دانه های روغنی، پنبه و غیره می باشد(همان منبع).

**شهرستان مرودشت**

شهرستان مرودشت با سطح زیر کشتی برابر ۱۵۸ هزار هکتار، اولین شهرستان استان ازنظر کشت محصولات زراعی است. از این سطح زیر کشت ۳۷ در صد گندم، ۱۵ درصد شلتوک، ۱۱ درصد جو، ۱۵ درصد ذرت دانه ای، ۲ درصد چغندرقند و بقیه شامل سایر محصولات مانند حبوبات، دانه‌های روغنی، پیاز، گوجه فرنگی و غیره می باشد. تنها ۳ درصد از اراضی زراعی این شهرستان دیم و ۹۷ در صد آبی است (همان منبع).

**شهرستان سپیدان**

سطح زیر کشت شهرستان سپیدان ۵۶ هزار هکتاراست. ۶۶ در صد این سطح زیر کشت، آبی و ۴۴ درصد دیم است. الگوی کشت مشتمل بر ۵۱ درصد گندم، ۱۴ درصد جو، ۸ درصد ذرت دانه ای، ۷ درصد شلتوک، ۴ درصد نخود، ۴ درصد عدس، ۳ درصد لوبیا و سایر محصولات شامل چغندر، دانه های روغنی، پیاز و گوجه فرنگی است(همان منبع).

## مروری بر مطالعات انجام شده

"شربینی" و "زکی" در مطالعه‌ای از یک مدل برنامه‌ریزی چند منطقه ای برای تعیین الگوی بهینه کشت مصر استفاده کردند. هدف از این تحقیق، تعیین الگوی بهینه کشت براساس مزیت نسبی بود. این مدل مشخصات خاکشناسی و بنیادی کشاورزی مصر را شامل می‌شد. آنها در این مدل نشان دادند که الگوی کشت بر اساس مزیت نسبی در بین مناطق متفاوت منافع پایداری ایجاد می کند، ضمن اینکه اجرای این برنامه نیاز به سرمایه‌گذاری زیاد و توسعه گسترده فناوری ندارد. این مدل در

۱۷ استان با ۲۵ محصول اجرا شد. محصولات مورد مطالعه شامل ۱۰ زراعت زمستانه و ۱۵ زراعت تابستانه بود. با اجرای این مدل درآمد بخش زراعت ۲۲ درصد افزایش یافت.

نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین تغییر در سطح زیر کشت جو، کتان، لوبیا، بادام زمینی و کنجد رخ داده است(Sherbiny and Zaki ,1974) .

گود هارت و اسپرانک بیان داشتند که برنامه ریزی و کنترل در سازمانهای تفکیک پذیر فعالیتی ترکیبی است که توسط مدیریت مرکزی و مدیران منطقه‌ای انجام می گیرد؛ زیرا مدیریت مرکزی با اطلاعات ناقص از هزینه های فرصت و سلایق مدیران منطقه‌ای روبه روست. آنها همچنین عنوان کردند که بسیاری از روشهای معمول برای حمایت از فرایند برنامه ریزی در سازمانهای تفکیک پذیر بر پایه روش تجزیه دنتزیگ-ولف[1] در برنامه ریزی ریاضی است. این دو همچنین یک روش برنامه ریزی تعاملی ابتکاری برای مدلهای تصمیمگیری در سازمانهای تفکیک پذیر با اهداف چندگانه ارائه کردند( Goedhart and Spronk , 1995).

در سال ۱۹۹۶ مک کارل و اسپرین در زمینه روشهای برنامه ریزی ریاضی و استفاده از مدلهای منطقه‌ای عنوان کردند که بسیاری از مسائل برنامه ریزی خطی ساختار بلوک مورب را دارند مانند آنچه دنتزیک در سال ۱۹۶۳ ارائه کرد. در این مدلها تولید در مناطق مختلفی انجام می گیرد و یا اینکه دوره های زمانی چنین ساختاری را نشان می دهد. نام این مدلها از آنجا نشأت می گیرد که این مدلها شامل بلوکهایی از محدودیتها و فعالیتها هستندکه با محدودیتها و فعالیتهای دیگر همپوشانی ندارند. بلوکها بدین علت پدید می آیند که تولیدات جداگانه از منابع بدون تحرک استفاده می کنند. در این گونه مسائل منابعی وجود دارند که به طور مشترک مورد استفاده قرار می گیرند (McCarl and Spreen, 1996).

هومبورگ روشی برای برنامه ریزی تولید در سازمانهای تفکیک پذیرارائه کرد. چنین شرایطی مانند الگوریتم تجزیه دنتزیگ – ولف است؛ یعنی بلوکهای مختلف یک مدل از منابع تولید محدودی استفاده می کنند که این منابع توسط مدیریت اصلی کنترل می‌شود. در مدل ارائه شده فوق،

1. Dantzig – Wolfe decomposition

تصمیمگیرنده عالی و تصمیمگیرندگان جزء بیش از یک هدف دارند. بنابراین در جریان برنامه ریزی تولید یک مذاکره سلسله مراتبی بین سطوح بالا و پایین مدیریتی انجام می گیرد. نتیجه این مذاکرات در داخل اجزا و بین اجزای مدل در نهایت باعث تخصیص بهینه منابع و تعیین الگوی بهینه تولید می شود( Homburg , 1998 ).

هاواری و عزایز یک مدل برنامه ریزی ریاضی برای الگوی بهینه کشت تحت شرایط کم آبی در سرزمینهای خشک ارائه کردند. در این مدل محصولاتی انتخاب شدند که علاوه بر افزایش سطح آبیاری، سود ممکن را نیز حداکثر می کردند. هدف این مدل حداکثرسازی سطح آبیاری و سود بود. این مدل کل سطح آبیاری تخصیص داده شده به زراعتهای منتخب را بر اساس جانشینها و کشتهای قبلی آن محصول بررسی کرد. مدل یادشده با شناسایی سیاست عملیاتی بهینه برای هر بهره بردار درمنطقه ای با ذخیره آب مشخص آغاز می شود و به منظور تخصیص کارای آب بین بهره برداران، الگوی بهینه کشت منطقه را تعیین می کند. مدل این دو محقق شامل k بهره بردار می باشد که در مجموع یک منطقه را تشکیل می دهند و هر بهره بردار شامل یک زیر مدل مستقل است. آنها به منظور افزایش کارایی مدل (کاهش زمان حل مدل) از الگوریتم تجزیه دنتزیک – ولف استفاده کردند (Haouari and Azaiez ,2001)..

در ایران نیز پژوهشگران مختلفی درباره الگوی بهینه کشت تحقیق کرده اند اما هیچ یک از مدل چند منطقه ای برای این منظور استفاده نکرده اند. در زیر به تعدادی از این تحقیقات فهرست وار اشاره می‌شود:

عبدیان (۱۳۷۲): الگوی کشت در یک روستای شهرستان ورامین؛ انویه تکیه (۱۳۷۴):الگوی بهینه کشت محصولات زراعی و قیمت سایه‌ای منابع بخش زراعی در منطقه ارومیه؛ افراسیابی (۱۳۷۵): الگوی بهینه کشت محصولات زراعی شهرستان حاجی آباد با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی خطی؛ باشقره ( ۱۳۷۷): تخصیص بهینه منابع تولید محصولات عمده بخش کشاورزی در شهرستان گنبدکاووس با استفاده از برنامه‌ریزی خطی؛ جمشیدی (۱۳۷۴): ارائه مدل بهینه کننده نهاده های

کشاورزی برای استان آذربایجان غربی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی؛ قرئلی (۱۳۸۱): بررسی اثر ریسک درآمدی بر الگوی کشت کشاورزان و تعیین الگوی بهینه و تقریباً بهینه کشت در دو سناریو از نظر منابع آب ( در شرایط معمولی و کمبود منابع آب ) در منطقه رامجرد.

## روش شناسی تحقیق

از آنجا که هدف این تحقیق ارائه مدلی قابل استفاده در سطح کشور است، لذا این مدل باید از نظر منطقه ای تفکیک شده باشد و در ضمن ارتباطات بین مناطق نیز حفظ شود. بدین جهت در این تحقیق علاوه بر مدل شهرستانی، از یک مدل چند منطقه ای نیز استفاده و در مدل اخیر سه شهرستان مورد نظر در یک مدل جامع با ارتباطات بین مناطق بررسی شده است.

بدین منظور در ادامه ابتدا ساختار مدل شهرستانی و سپس مدل چند منطقه ای بیان می شود.

### ساختار مدل شهرستانی

مدلی که در این تحقیق برای هر یک از سه شهرستان به طور جداگانه اجرا می شود مانند تمام مدلهای برنامه ریزی خطی دارای ساختاری به شکل زیر است:

$$\text{MAX} \quad Z = \sum_{j=1}^{n} c_j X_j$$

$$\text{Subject to:} \quad \sum_{j=1}^{n} a_{ij} X_j \le b_i \quad \text{و} \quad X_j \ge 0 \quad \text{و} \quad i = 1,2,\ldots,m \quad \text{و} \quad j = 1,2,\ldots,n$$

که در آن $Z$ تابع هدف، $X_j$ متغیر تصمیم سطح $j$امین فعالیت مزرعه، $c_j$ ضریب تابع هدف سود ناخالص پیش بینی شده برای یک واحد از $j$امین فعالیت مزرعه، $a_{ij}$ ضریب فنی مقدار استفاده هر واحد فعالیت $j$ام از منبع $i$ ام، $b_i$ مقدار در دسترس $i$ امین منبع، $m$ تعداد منابع محدودکننده و $n$ تعداد فعالیتهاست.

### تابع هدف

تابع هدف در این مدل حداکثر سازی سود ناخالص بازاری شهرستان است. ضرایب تابع هدف در مدل شهرستانی، سود ناخالص هر یک از محصولات در هر یک از شهرستانهاست. به عبارت دیگر، با استفاده از اطلاعات پرسشگری این تحقیق، متوسط در آمد و هزینه های کشاورزان برای هر

فعالیت تولیدی در هر شهرستان استخراج شده و سود ناخالص هر فعالیت به عنوان ضریب تابع هدف در مدل قرار گرفته است.

**متغیر های تصمیم**

متغیرهای تصمیم در مدل شهرستانی، سطح زیر کشت هر یک از محصولات راهبردی موردنظر است. این محصولات عبارتند از گندم آبی، گندم دیم، جو آبی، جو دیم، ذرت دانه ای آبی، نخود آبی، نخود دیم، آفتابگردان آبی، پنبه آبی، چغندر قند، پیاز، سیب زمینی، لوبیا قرمز آبی، عدس آبی، عدس دیم و شلتوک که به ترتیب برای آنها متغییرهای تصمیم $X_{i1}$ تا $X_{i16}$ و برای آیش نیز $X_{i17}$ در نظر گرفته شد.

**محدودیت آب**

در این مدل ۱۲ محدودیت آب به ازای هر ماه سال وارد شد. ضرایب فنی این محدودیتها بر اساس نیاز آبی ماهانه هر گیاه در منطقه مورد نظر با احتساب بازده آبیاری در منطقه بر حسب مترمکعب در هکتار محاسبه شد. در تعیین نیاز آبی هر محصول و بازده آبیاری از اطلاعات موجود در سنتز مطالعات جامع استان فارس استفاده گردید.

**محدودیت نیروی کار**

در پرسشنامه‌ها هزینه نیروی کار برای هر یک از محصولات در هر شهرستان به تفکیک چهار مرحله آماده سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت مورد سئوال قرار گرفت. ابتدا این هزینه‌ها با استفاده از متوسط دستمزد نیروی کار در منطقه تبدیل به واحد روز-نفر شد و سپس بر مبنای تقویم زراعی منطقه در ماههای سال، نیروی کار مورد نیاز برحسب روز نفر برای هر محصول محاسبه گردید. بدین ترتیب امکان تقسیم محدودیت نیروی کار به ۱۲ ماه سال فراهم شد و ۱۲ محدودیت نیروی کار در مدل قرار گرفت.

**محدودیت سرمایه جاری**

سرمایه مورد نیاز برای هر فعالیت زراعی عبارت است از مجموع هزینه‌های جاری سالانه آن فعالیت. از آنجا که اطلاعات به دست آمده از کشاورزان براساس هزینه تولید هر محصول به تفکیک چهار مرحله آماده سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت جمع آوری شد، لذا این امکان فراهم گردید که بر اساس تقویم زراعی هریک از عملیات، این هزینه ها به طول ماههای سال تقسیم ودر اینجا نیز ۱۲ محدودیت سرمایه بر اساس ۱۲ ماه سال وارد مدل شود.

**محدودیت ماشین آلات**

در اطلاعات به دست آمده از کشاورزان برای هر یک از عملیات زراعی هزینه نیروی کار و ماشین آلات به تفکیک مورد سئوال قرار گرفت. با استفاده از متوسط هزینه هر ساعت کار ماشین آلات، این هزینه ها به واحد ساعت در هکتار تبدیل شد. همچنین با استفاده از تقویم زراعی هر یک از این عملیات، این مقدار ساعت مورد نیاز هر محصول در هر منطقه به ماشین آلات در طی ماههای سال محاسبه و در مدل وارد شد. بنابراین در اینجا نیز ۱۲ محدودیت ماشین آلات برای ۱۲ ماه سال داریم.

**محدودیت سموم**

سموم مورد استفاده در منطقه به سه دسته علفکش، حشره کش و قارچکش تقسیم می‌شود. مقادیر مصرفی هر یک از این سموم برای هر محصول در منطقه مورد پرسش قرار گرفت و به عنوان ضریب فنی محدودیتهای سموم در مدل گنجانده شد.

**محدودیت کودهای شیمیایی**

کودهای شیمیایی مصرفی نیز به سه دسته عمده فسفات، اوره و پتاس تقسیم می شود. مقادیر مصرفی هر یک از این کودها برای هر محصول در منطقه مورد پرسش قرار گرفت و به عنوان ضریب فنی محدودیتهای کودهای شیمیایی در مدل وارد شد.

**محدودیت زمین**

این محدودیت به منظور کنترل سطح زیر کشت محصولات انتخابی مدل در چارچوب زمینهای قابل کشت وارد مدل شد.

**محدودیت کشت آبی**

این محدودیت به منظور کنترل سطح زیر کشت محصولات آبی در چارچوب زمینهایی که قابلیت این نوع کشت را دارد وارد مدل شد. مقدار سمت راست این محدودیت حد اکثر سطح زیر کشت آبی در طی ۶ سال گذشته یعنی از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۱ است.

**محدودیت کشت دیم**

این محدودیت به منظور کنترل سطح زیر کشت محصولات دیم در چارچوب زمینهایی که قابلیت این نوع کشت را دارند وارد مدل شد. مقدار سمت راست این محدودیت حد اکثر سطح زیر کشت دیم در۶ سال گذشته، یعنی از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۱، است.

**محدودیتهای مدیریتی**

از آنجا که محدودیتهای تناوب زراعی به تصمیمگیری کشاورزان در خصوص نوع تناوب بستگی دارد، این محدودیتها تحت عنوان محدودیتهای مدیریتی آورده شده است، ضمن اینکه برای مدلهایی که در یک سال زراعی اجرا می شوند امکان در نظر گرفتن تناوب زراعی وجود ندارد. برای رفع این مشکل، گیاهان مورد مطالعه به سه گروه غلات، حبوبات و سایر تقسیم شدند و نسبت سطح زیر کشت هر گروه نسبت دو گروه دیگر، با استفاده از اطلاعات سطح زیر کشت هر شهرستان در ۶ سال گذشته محاسبه گردید.

چون کشت غالب منطقه غلات است و حبوبات و گیاهان ریشه ای در تناوب با آن قرار می‌گیرند، برای در نظر گرفتن تناوب زراعی در هر شهرستان، حداقل و حداکثر نسبت کاشت غلات به سایر محصولات در نظر گرفته شد، به گونه ای که نسبت سطح زیر کشت غلات به سایر حبوبات از حداکثر این نسبت در ۶ سال گذشته بیشتر نشود و از سویی از حداقل ۶ سال گذشته نیز کمتر نگردد.

**محدودیت حداقل سطح زیر کشت**

این محدودیت برای هر محصول در هر شهرستان بر اساس حداقل سطح زیر کشت این محصول در ۶ سال گذشته استخراج شده است. باید گفت که این حداقل سطح زیر کشت نشاندهنده عوامل متعددی همچون خود مصرفی، تناوب زراعی و سلیقه کشاورزان است. به همین دلیل این محدودیتها باید در مدل قرار گیرند تا وضع موجود منطقه به خوبی در مدل ترسیم گردد.

بدین ترتیب با استفاده از تابع هدف و محدودیتهای ذکر شده، الگوی بهینه کشت هر شهرستان تعیین شد که در ادامه نتایج آن ارائه می‌شود.

**ساختار مدل چند منطقه ای**

در این تحقیق از آنجا که سه شهرستان، مورد مطالعه قرار می گیرد و هر شهرستان ساختار مدیریتی مجزایی دارد، مدل هر شهرستان به طور جداگانه ساخته می شود. این روش مزایای متعددی دارد؛ از جمله افزایش دادن دقت مدلسازی و مجزا کردن خصوصیات خاص هر منطقه.

از آنجا که هدف این تحقیق ارائه مدلی برای کل کشور است، ابتدا مدل هر شهرستان به تفکیک و سپس با کنار هم قرار دادن مدلهای شهرستانی، مدل استان و آنگاه با کنار هم قراردادن مدلهای‌استانی،مدل کل کشور ساخته شد. حال باید الگویی کاربردی برای ساختن این مدل ارائه شود.

از دیگر خصوصیاتی که باید این مدل داشته باشد، امکان جابه جایی منابع و نهاده های قابل تحرک بین شهرستانها و استانها و نیز حفظ کردن منابع ثابت و بدون تحرک هر استان یا شهرستان به طور جداگانه و اختصاصی است.

بررسیهای به عمل آمده درباره مدلهای برنامه ریزی ریاضی نشان می دهد که چنین ساختاری تحت عنوان بلوک مورب[1] یا سیستم بلوک زاویه دار[2] شناخته می شود. این ساختار را نخستین بار دنتزیگ در سال ۱۹۶۳ با کاربردی متفاوت ارائه داد.

این ساختار مانند ساختار مدل تجزیه دنتزیگ- ولف[3] است. آنها این مدل را برای حل مدلهای بسیاربزرگ به کار بردند. از آنجا که رایانه های نسل گذشته امکان حل مدلهای بزرگ را

1. block diagonal
2. block angular system
3. Dantzig – Wolfe decomposition

نداشتند، دنتزیگ و ولف برای حل این مدلها الگوریتم تجزیه را پیشنهاد کردند. الگوریتم تجزیه، مدلهای با ساختار خاص را به بلوکهای کوچکتر تجزیه می کند و بدین ترتیب امکان حل این مدلها را فراهم می آورد.

در حال حاضر با توجه به افزایش حافظه و قدرت رایانه ها نیاز به استفاده از الگوریتم تجزیه برای حل بسیاری از مسائل برطرف شده است، اما همچنان این ساختار بلوک بندی شده در الگوهای مدیریتی به کار می رود. هزل و نورتون در این خصوص می گویند: "روش تجزیه در حال حاضر چندان کاربرد ندارد زیرا امروزه قدرت رایانه ها برای حل مدلهای بسیار بزرگ کافی می باشد و حل مستقیم این مدلها بسیار سریع تر از حل مدل از طریق الگوریتم تجزیه می باشد. اما تکنیک تجزیه بینش مضاعفی را برای ساختار مدلهای بهینه سازی فراهم آورد و همچنین به درک بهتر طبیعت فرآیند تصمیم گیری چند سطحی کمک نمود."

مک کارل و اسپرین مدلهای بلوک مورب و کاربردشان را چنین تشریح می کنند:

بسیاری از مسائل برنامه ریزی خطی ساختار بلوک مورب را دارند مانند آنچه دنتزیک در سال ۱۹۶۳ ارائه نمود. شرح این مدلها به این گونه است که در آنها تولید در مناطق مختلفی انجام می‌گیرد و یا اینکه دوره های زمانی چنین ساختاری را نشان می دهد. نام این مدلها از آنجا نشأت می‌گیرد که این مدلها شامل بلوکهایی از محدودیتها و فعالیتها هستندکه با محدودیتها و فعالیتهای دیگر همپوشانی ندارند. علت پدیدآمدن بلوکها، استفاده تولیدات جداگانه از منابع بدون تحرک است. در این گونه مسائل منابعی وجود دارند که به طور مشترک مورد استفاده قرار می گیرند. فرمول نویسی ساده این نوع مسائل به شرح زیراست:

$$\sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} \quad \text{Max}$$

$$\text{Subject to:} \quad \sum_i \sum_j a_{ijk} X_{ij} \le \sum_i b_{ik} \quad \text{for all k} \quad \text{و} \quad \sum_j a_{ijl} X_{ij} \le b_{il} \quad \text{for all i and l}$$

$$X_{ij} \ge 0 \qquad \text{for all i and j}$$

i شماره بلوک یا منطقه، j محصولات تولیدی، k منابع مشترک و l منابع غیر مشترک مدل است. همچنین $C_{ij}$ ضریب تابع هدف برای محصول jام و بلوک iام؛ $X_{ij}$ متغییر تصمیم یا سطح زیر کشت محصول jام و بلوک iام؛ $a_{ijk}$ ضرایب فنی مدل یا مقدار استفاده از منبع مشترک kام

برای محصول jام و بلوک iام؛ $a_{ijl}$ ضرایب فنی مدل یا مقدار استفاده از منبع غیرمشترک lام برای محصول jام و بلوک iام؛ $b_{ik}$ مقدار منبع مشترک kام در بلوک iام و $b_{il}$ مقدار منبع مشترک lام در بلوک iام است.

به طور کلی جدایی بلوکها ممکن است ناشی از مکان، زمان یا ساختار فعالیت باشد. محدودیت اول، محدودیتهای مشترک ومحدودیت دوم، محدودیتهای غیرمشترک بلوکهاست. تابع هدف، ماکزیمم کننده مجموع سود کل مدل و بلوکها به شرط وجود محدودیتهای مشترک و غیرمشترک بلوکهاست. بنابراین، محدودیت دوم بین بلوکهای غیرمشترک وجود دارد. مسائل دارای این ساختار را به علت محدودیتهای دوم، مسائل بلوک مورب می گویند. آن گونه که در زیر مشاهده می شود: $C_1X_1 + C_2X_2 + ..... + C_nX_n$ MAX

Subject to: $a_{1k}X_1 + a_{2k}X_2 + ..... + a_{nk}X_n \le b_{1k} + b_{2k} + ..... + b_{nk}$

$a_{1l}X_1 \le b_{1l}$

$a_{2l}X_2 \le b_{2l}$

$\cdot$

$\cdot$

$\cdot$

$a_{nl} \le b_{nl}$

تمام سلولهای واردنشده این ماتریس صفر است و نام بلوک مورب برخاسته از همین مورب بودن بلوکها در محدودیتهای منابع و فعالیتهاست. فرمول نویسی این مدل نمود همین جدایی بلوکها در محدودیت منابع است. مدلهای برنامه ریزی خطی اغلب با بلوکهای بزرگ دارای ضرایب صفر روبه‌روست‌واین شکل خاص مدل واین جدایی بلوکها به علت همین خاصیت برنامه‌ریزی خطی است.

این گونه مسائل در بسیاری از مطالعات وجود دارد و در تخصیص منابع، حمل ونقل و... کاربرد دارد. به طور کلی در بسیاری از مسائل برنامه ریزی خطی باید مدلهای مجزای فراوانی در کنار یکدیگر قرار گیرند و به صورت یک مدل ترکیبی تجزیه و تحلیل شوند. این مدل نشان می دهد که چگونه مدلهای تجربی می توانند با یکدیگر ترکیب شوند (McCarl and Spreen, 1996)

یکی از روشهای حل این گونه مدلها، روش مستقیم است. چنانچه مدل بسیار بزرگ باشد که حل آن از توانایی رایانه ها و نرم افزارهای کنونی خارج باشد، می توان با استفاده از الگوریتم تجزیه

دنتزیگ - ولف، هر بلوک را به طور جداگانه حل کرد و با استفاده از قیمتهای سایه ای و تکرار حل مدلها، مدل اصلی را حل نمود.

## تابع هدف مدل چند منطقه‌ای

تابع هدف این مدل حداکثرسازی سودآوری در هر سه شهرستان است. این تابع هدف از مجموع توابع هدف سه شهرستان مورد مطالعه تشکیل شده است. تابع هدف این مدل به طور ساده به شکل زیر است:

$$Z = z_1 + z_2 + z_3$$

که در آن $Z$ تابع هدف مدل چند منطقه ای است و $z_1$ تا $z_3$ به ترتیب توابع هدف سه شهرستان شیراز، مرودشت و سپیدان است.

## محدودیتهای مشترک

این محدودیتها برای برخی نهاده ها که قابلیت تحرک بیشتری دارند (مانند سم، کودهای شیمیایی و سرمایه) بدین ترتیب استفاده شده است که محدودیتهای این نهاده ها در مدل از حالت شهرستانی خارج می شود و به صورت محدودیتهای مشترک در می آید و مدل، تخصیص بهینه منابع مشترک را خود بر عهده می گیرد و از این منابع به طور مشترک در تعیین الگوی بهینه کشت منطقه استفاده می کند.

## محدودیتهای سموم و کودهای شیمیایی

محدودیتهای مشترک سموم و کودهای شیمیایی به گونه ای وارد مدل می شود که مجموع مصرف این نهاده ها در هر سه شهرستان از موجودی سم و کود سه شهرستان کمتر باشد. به این ترتیب ما به مدل اجازه خواهیم داد که از منبع مشترک کود شیمیایی و سموم هر سه شهرستان استفاده کند و خود تخصیص بهینه کودها و سموم را به شهرستانها بر عهده گیرد.

شکل ریاضی این محدودیتها برای یک نهاده به شکل زیر است:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{1j}x_{1j} + \sum_{j=1}^{n} a_{2j}x_{2j} + \sum_{j=1}^{n} a_{3j}x_{3j} \leq b_1 + b_2 + b_3$$

که در آن $a_{1j}$ تا $a_{3j}$ ضرایب فنی برای محصول jام به ترتیب در شهرستانهای شیراز، مرودشت و سپیدان، $x_{1j}$ تا $x_{3j}$ متغیر تصمیم برای محصول jام به ترتیب در شهرستانهای شیراز، مرودشت و سپیدان و $b_1$ تا $b_3$ مقادیر موجودی هر نهاده به ترتیب در سه شهرستانها پیشگفته است.

برای هر یک از سه نوع سم علفکش، حشره کش و قارچکش و نیز هر یک از سه نوع کود شیمیایی فسفات، اوره و پتاس یک محدودیت به شکل فوق خواهیم داشت.

**محدودیت سرمایه**

سرمایه نیز به دلیل داشتن قابلیت تحرک بالا از منابع مشترک به شمار می آید. در اینجا به عنوان یک پیشنهاد مدیریتی، در مدل فرض شده است که چنانچه با افزایش کارایی نظام بانکی در جذب سرمایه، کشاورزان هر شهرستان در هر ماه مازاد سرمایه خود را در صندوقی به نام صندوق ذخیره سرمایه قرار دهند، امکان استفاده از این سرمایه مازاد برای کشاورزانی که نیاز به سرمایه دارند فراهم می شود و به این ترتیب سرمایه مازاد هر منطقه به شکل سرمایه مشترک می تواند در اختیار سایر مناطق قرار گیرد. به منظور لحاظ این فرض در مدل، هر ماه دو متغیر درونزا با علامت متفاوت وارد محدودیت سرمایه می شود تا امکان محاسبه مازاد یا کمبود سرمایه هر شهرستان برای رسیدن به مدل بهینه فراهم شود. در محدودیتی دیگر، مجموع این مازادها و کمبودها محاسبه می گردد و در متغیری دیگر، که نماد صندوق ذخیره سرمایه است، جمع می شود و بدین ترتیب کشاورزان سه منطقه نمی توانند از سرمایه بیش از مقدار موجودی صندوق استفاده کنند.

برای روشن شدن این مطلب شکل ریاضی این روابط در زیر آورده شده است:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{1jk} x_{1j} + dn_{1k} - dp_{1k} = b_1 \qquad (۱)$$ و $$\sum_{j=1}^{n} a_{2jk} x_{2j} + dn_{2k} - dp_{2k} = b_2 \quad (۲)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{3jk} x_{3j} + dn_{3k} - dp_{3k} = b_3 \qquad (۳)$$

روابط۱ تا ۳ محدودیت سرمایه را برای ماه kام به ترتیب در شهرستانهای شیراز، مرودشت و سپیدان نشان می دهد. متغیرهای dn و dp نیز به ترتیب مازاد سرمایه و کمبود سرمایه را برای هر شهرستان در هر ماه محاسبه می کند.

از آنجا که مقدارسرمایه سه شهرستان ثابت فرض شده است، می خواهیم مجموع مازاد و کمبودهای هر سه شهرستان از موجودی صندوق مازاد سرمایه بیشتر نباشد ودر ضمن اضافه موجودی سرمایه در هر ماه به ماه بعد منتقل شود. بنابراین برای هر ماه رابطه زیر را در مدل قرار می دهیم:

$$SC_k + SC_{K-1} - dn_{1k} + dp_{1k} - dn_{2k} + dp_{2k} - dn_{3k} + dp_{3k} = 0$$

در رابطه فوق $SC_k$ مقدار موجودی صندوق در ماه k ام است.

از آنجا که محدودیتهای سرمایه به طور ماهانه در مدل قرار داده شده است، تمام روابط فوق برای ۱۲ ماه سال باید در مدل قرار گیرد.

## محدودیتهای غیرمشترک

محدودیتهای غیرمشترک محدودیتهای مربوط به منابع غیرمشترک است. منابع غیر مشترک مانند زمین، آب ونیروی کار از آنجا که تحرک پذیری کمی دارند و انتقال آنها از یک شهرستان به شهرستان دیگر یا امکانپذیر نیست یا مستلزم هزینه زیادی می باشد، برای هر شهرستان اختصاصی است. بنابراین، محدودیتهای این منابع در مدل به صورت بلوکهای جداگانه قرار می گیرد.

محدودیتهای آب، نیروی کار، ماشین آلات، زمین، کشت دیم، کشت آبی، مدیریتی، تناوب زراعی و محدودیتهای حداقل سطح زیر کشت جزو این دسته از محدودیتها هستند. این محدودیتها دقیقاً همان محدودیتهای مدل شهرستانی اند که برای هر شهرستان بدون ارتباط ریاضی با شهرستان دیگر در مدل منطقه ای قرار می گیرند. رابطه ریاضی محدودیتهای غیر مشترک به شرح زیر است:

$$\sum_{j=1}^{n} a_{1j}x_{1j} \le b_1 \quad (۴) \qquad \text{و} \qquad \sum_{j=1}^{n} a_{2j}x_{2j} \le b_2 \quad (۵) \qquad \text{و} \qquad \sum_{j=1}^{n} a_{3j}x_{3j} \le b_3 \quad (۶)$$

روابط ۴ تا ۶ محدودیت هر نهاده یا منبع مشترک را به ترتیب برای شهرستانهای شیراز، مرودشت و سپیدان نشان می دهد.

## نتایج مدل حداکثر سازی سود آوری شهرستان شیراز

الگوی بهینه شهرستان شیراز با هدف حداکثرسازی سود با استفاده از مدل شهرستانی براورد و با وضع موجود مقایسه شد. جدول و نمودار۱نتایج مدل شهرستانی را در کنار وضع موجود نشان می دهد. چنانکه پیداست، اجرای الگوی بهینه کشت شهرستان شیراز با هدف حداکثر سازی سودآوری ، سود شهرستان را حدود ۲ درصد بهبود می بخشد.

الگوی کشت بهینه در مقایسه با مدل شهرستانی چنین نشان می دهد که سطح زیر کشت گندم آبی و عدس دیم ثابت مانده و سطح زیر کشت گندم دیم، جو آبی، نخودآبی و دیم، آفتابگردان، پنبه، چغندرقند، سیب زمینی، عدس آبی کاهش یافته و در عوض سطح زیر کشت جو دیم، ذرت دانه ای آبی، پیازآبی، لوبیا قرمز و شلتوک افزایش یافته است.

نتایج تحلیل حساسیت برای شهرستان شیراز نشان می دهد که منابع محدود در این شهرستان آب در خرداد ماه، نیروی کار در خرداد و مردادوشهریور، سرمایه درآبان‌وخردادو سم علفکش است.

در ماه خرداد مرحله نهایی داشت و شروع برداشت گندم و جو، کاشت ذرت دانه‌ای و شلتوک و پیاز و سیب زمینی و مرحله داشت حبوبات صورت می گیرد و برای اکثر منابع در این ماه محدودیت وجود دارد. در مردادماه مرحله نهایی برداشت گندم و داشت سایر محصولات به جز جو انجام می شود و لذا این ماه نیز نیاز به نیروی کار فراوانی دارد. در ماه شهریور برداشت حبوبات و داشت سایر محصولات به جز گندم و جو صورت می گیرد. از دیگر منابع کمیاب، سرمایه در ماه آبان است. در این ماه مرحله کاشت گندم و جو و نیز برداشت ذرت دانه‌ای، آفتابگردان، چغندرقند، پنبه، پیاز و سیب‌زمینی انجام می پذیرد.

با ثبات ترین محصولات در مدل، گندم آبی، ذرت دانه‌ای و شلتوک هستند که با کاهش قابل ملاحظه در سودآوری شان نیز تغییری در مدل ایجاد نمی شود. این محصولات سودآوری بازاری درخور توجهی دارند و در ضمن نسبت درآمد به هزینه آنها نیز بالاست. البته رعایت تناوب زراعی از افزایش بیشتر سطح زیر کشت گندم آبی جلوگیری می کند و سطح زیر کشت دو محصول دیگر را تا حد مقدور افزایش می دهد.

در میان محصولات دیم، جو دیم جایگزین گندم دیم می شود، زیرا نسبت درآمد به هزینه این محصول بیشتر است، هرچند سودآوری بازاری کمتری دارد. نخود دیم و عدس دیم تغییرات چشمگیری ندارند.

سطح زیر کشت جو آبی کاهش داشته است،زیرا سودآوری بازاری قابل ملاحظه‌ای ندارد و نسبت درآمد به هزینه آن نیز کم است.

در میان حبوبات نخود آبی و عدس آبی در الگوی بهینه جای خود را به لوبیا قرمز داده اند، زیرا این دو محصول سودآوری و نسبت درآمد به هزینه بیشتری دارند.

پیاز به علت سودآوری بیشتر و داشتن نسبت درآمد به هزینه بیشتر، جایگزین سیب زمینی، چغندرقند و پنبه شده است.

**جدول ۱. سطح زیر کشت محصولات زراعی شهرستان شیراز در وضع موجود و الگوی بهینه بازاری**

(واحد: هکتار)

| محصولات/ نتایج | سطح زیر کشت فعلی | نتایج مدل حداکثرسازی سودبازاری | اختلاف |
|---|---|---|---|
| مقدار تابع هدف (ده ریال) | ۵۰۵۳۸۷۴۰۰۰۰ | ۵۱۵۸۴۲۰۰۰۰۰ | ۱۰۴۵۴۶۰۰۰۰ |
| گندم آبی | ۶۰۷۴۲ | ۶۰۷۴۲ | ۰ |
| گندم دیم | ۱۵۹۶۱ | ۱۴۸۱۳ | -۱۱۴۸ |
| جوآبی | ۹۷۰۹ | ۴۰۶۷ | -۵۶۴۲ |
| جو دیم | ۸۲۹۲ | ۹۶۰۸ | ۱۳۱۶ |
| ذرت دانه ای آبی | ۱۶۰۲۰ | ۱۷۲۵۷ | ۱۲۳۷ |
| نخودآبی | ۲۱۰ | ۳ | -۲۰۷ |
| نخود دیم | ۲۲۰ | ۵۲ | -۱۶۸ |
| آفتابگردان آبی | ۹۹۴ | ۵۰۵ | -۴۸۹ |
| پنبه آبی | ۴۹۵ | ۲۷۳ | -۲۲۲ |
| چغندر قند | ۳۰۰۰ | ۶۰ | -۲۹۴۰ |
| پیاز آبی | ۲۳۰۰ | ۳۴۴۵ | ۱۱۴۵ |
| سیب زمینی آبی | ۱۹۸۵ | ۱۷۱۳ | -۲۷۲ |
| لوبیا قرمز آبی | ۵۰۰ | ۸۶۵ | ۳۶۵ |
| عدس آبی | ۱۵۵ | ۳ | -۱۵۲ |
| عدس دیم | ۲۳۵ | ۲۳۵ | ۰ |
| شلتوک | ۱۲۴۹۷ | ۱۳۰۱۳ | ۵۱۶ |
| آیش | ۰ | ۶۶۶۰ | ۶۶۶۰ |

مأخذ: یافته های تحقیق

**نمودار .۱ مقایسه سطح زیر کشت محصولات شهرستان شیراز در وضع موجود با مدل شهرستانی**

## شهرستان مرودشت

نتایج تعیین الگوی بهینه کشت شهرستان مرودشت با استفاده از مدل شهرستانی به همراه وضع موجود منطقه در جدول و نمودار ۲ آورده شده است.

مقدار تابع هدف در مدل شهرستانی نشان می دهد که اجرای الگوی کشت بهینه باعث افزایش سود بازاری شهرستان می شود.

مقایسه نتایج الگوی بهینه در مدل شهرستانی نسبت به وضع موجود حاکی از ثابت ماندن سطح زیر کشت گندم آبی و پیاز است. سطح زیر کشت جو آبی، آفتابگردان آبی، چغندر و عدس آبی کاهش‌یافته‌ودرعوض‌سطح زیر کشت جو دیم، ذرت دانه ای، لوبیا قرمز و شلتوک افزایش یافته است.

علل جایگزینی محصولات، عمدتاً همان علل یادشده در مدل شهرستان شیراز است. علت این شباهت نیز شباهت عملکرد کشاورزان و وضعیت محیطی دو شهرستان یاد شده است. منابع محدودکننده در شهرستان مرودشت محدودیت آب در مهرماه، نیروی کار در خردادماه، سم علفکش و کود پتاس است.

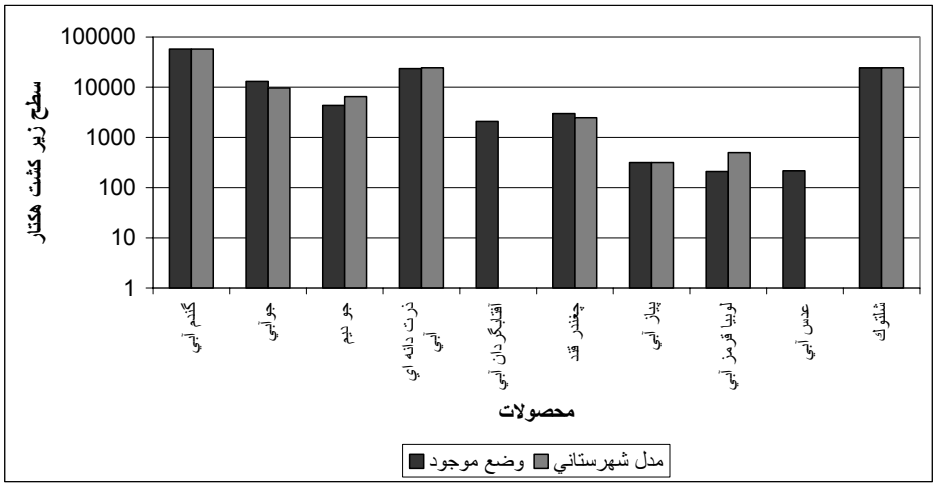
شهرستان مرودشت از آنجا که بیشترین سطح زیر کشت محصولات آبی را و همچنین از منابع آبی سد درودزن استفاده می کند، بنابراین در آن کمبود آب در مهر ماه، با توجه به کم شدن ذخیره آب سد، کاملاً قابل توجیه است. با ثبات ترین محصولات در ترکیب کشت این مدل به ترتیب ذرت دانه‌ای، پیازآبی، شلتوک و گندم آبی هستند که با کاهش قابل توجه سودآوری نیز تغییری در مدل ایجاد نمی کنند.

**جدول ۲ سطح زیر کشت محصولات زراعی شهرستان مرودشت و الگوی بهینه شهرستانی**

(واحد: هکتار)

| محصولات / سطح زیر کشت | سطح زیر کشت فعلی | نتایج مدل حداکثرسازی سود بازاری | اختلاف |
|---|---|---|---|
| مقدار تابع هدف (ده ریال) | ۴۶۸۶۹۹۳۰۰۰۰ | ۴۷۰۷۱۷۸۰۰۰۰ | ۲۰۱۸۵۰۰۰۰ |
| گندم آبی | ۵۸۰۱۳ | ۵۸۰۱۳ | ۰ |
| جوآبی | ۱۳۰۰۰ | ۹۶۹۶ | -۳۳۰۴ |
| جو دیم | ۴۳۳۳ | ۶۴۸۹ | ۲۱۵۶ |
| ذرت دانه ای آبی | ۲۳۵۰۰ | ۲۴۴۲۹ | ۹۲۹ |
| آفتابگردان آبی | ۲۰۹۱ | ۰ | -۲۰۹۱ |
| چغندر قند | ۳۰۰۰ | ۲۴۶۰ | -۵۴۰ |
| پیاز آبی | ۳۱۶ | ۳۱۶ | ۰ |
| لوبیا قرمز آبی | ۲۱۰ | ۴۹۸ | ۲۸۸ |
| عدس آبی | ۲۱۵ | ۰ | -۲۱۵ |
| شلتوک | ۲۴۲۴۶ | ۲۴۳۲۸ | ۸۲ |
| آیش | ۰ | ۲۶۹۴ | ۲۶۹۴ |

مأخذ: یافته های تحقیق




**نمودار ۲. مقایسه سطح زیر کشت محصولات شهرستان مرودشت در وضع موجود با مدل شهرستانی**

**شهرستان سپیدان**

اجرای مدل شهرستانی با هدف حداکثر سازی سود بازاری، الگوی بهینه کشتی را به ما توصیه می کند که نتایج آن در جدول و نمودار ۳ آورده شده است.

مقایسه الگوی بهینه کشت پیشنهادی مدل شهرستانی نسبت به وضع موجود نشان می‌دهد سودآوری مدل پیشنهادی ۶ درصد بیش از وضع موجود است. سطح زیر کشت محصولات گندم آبی، جو دیم و شلتوک افزایش یافته و در مقابل سطح زیر کشت گندم دیم، جو آبی، ذرت دانه ای، نخود آبی و دیم، لوبیا قرمز و عدس آبی و دیم کاهش یافته است.

جایگزینی محصولات در مدل الگوی کشت شهرستان سپیدان نیز مانند شیراز و مرودشت است با این تفاوت‌که در سطح زیرکشت ذرت دانه‌ای و لوبیا قرمز نیزکاهش جزئی مشاهده‌می شود.

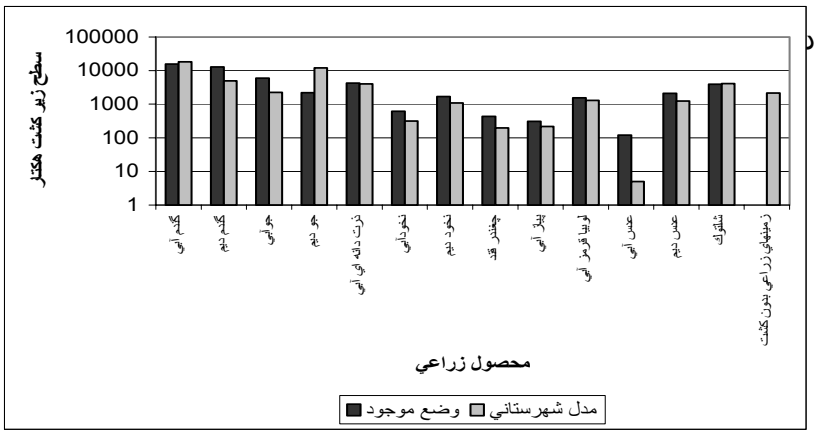
نتایج تحلیل حساسیت حاکی از آن است که محدودیت آب در ماههای مهر، آبان و خرداد؛ محدودیت سرمایه در ماه خرداد و محدودیت سم حشره کش محدودیتهای اصلی این شهرستانند. ثبات ترین محصولات در ترکیب کشت این شهرستان به ترتیب پیاز، گندم آبی، لوبیا قرمز و ذرت

دانه ای آبی هستند که با کاهش زیاد در سودآوری شان همچنان در مدل بدون تغییر باقی می‌مانند. محصولات گندم دیم، جوآبی، چغندرقند، عدس آبی و دیم بنا به ضرورتهای مدیریتی در مدل باقی می مانند.

**جدول ۳. سطح زیر کشت محصولات زراعی شهرستان سپیدان و الگوی بهینه شهرستانی**
(واحد: هکتار)

| محصولات / نتایج | سطح زیر کشت فعلی | نتایج حداکثرسازی سود بازاری در مدل شهرستان سپیدان | اختلاف |
|---|---|---|---|
| مقدار تابع هدف | ۱۲۳۷۸۱۸۰۰۰۰ | ۱۳۱۳۸۵۹۰۰۰۰ | ۷۶۰۴۱۰۰۰۰ |
| گندم آبی | ۱۵۶۰۰ | ۱۸۱۰۲ | ۲۵۰۲ |
| گندم دیم | ۱۳۰۰۰ | ۴۹۱۰ | -۸۰۹۰ |
| جوآبی | ۶۰۰۰ | ۲۲۲۵ | -۳۷۷۵ |
| جو دیم | ۲۲۰۰ | ۱۱۹۷۲ | ۹۷۷۲ |
| ذرت دانه ای آبی | ۴۲۳۰ | ۳۹۷۰ | -۲۶۰ |
| نخودآبی | ۶۱۶ | ۳۱۷ | -۲۹۹ |
| نخود دیم | ۱۷۰۰ | ۱۰۷۸ | -۶۲۲ |
| چغندر قند | ۴۳۲ | ۱۹۷ | -۲۳۵ |
| پیاز آبی | ۳۰۶ | ۲۲۰ | -۸۶ |
| لوبیا قرمز آبی | ۱۵۴۰ | ۱۲۹۰ | -۲۵۰ |
| عدس آبی | ۱۲۰ | ۵ | -۱۱۵ |
| عدس دیم | ۲۱۰۰ | ۱۲۳۶ | -۸۶۴ |
| شلتوک | ۳۹۳۵ | ۴۱۲۳ | ۱۸۸ |
| آیش | ۰ | ۱۷۷۸ | ۱۷۷۸ |

مأخذ: یافته های تحقیق




**نمودار ۳. مقایسه سطح زیر کشت محصولات شهرستان سپیدان در وضع موجود با مدل شهرستانی**

## نتایج مدل چند منطقه‌ای حداکثرسازی سود

آن گونه که در بخش ساختار مدل چندمنطقه‌ای گفته شد، در این مدل سه شهرستان شیراز، مرودشت و سپیدان در کنار یکدیگر در یک مدل قرار می گیرند و منابع مشترکشان را (سم، کود و سرمایه) به طور اشتراکی مصرف می کنند.

همان گونه که گفته شد به منظور اینکه سه شهرستان بتوانند از مازاد سرمایه یکدیگر استفاده کنند، در مدل، صندوق ذخیره سرمایه ای ایجاد شد که هر شهرستان بتواند در صورت نیاز از این صندوق برداشت نماید. جدول ۴ نتایج اجرای این مدل را در کنار وضع موجود و مجموع مدلهای شهرستانی نشان می دهد.

مدل چندمنطقه‌ای نیز مانند مدلهای شهرستانی، کشت گندم آبی و جو دیم را نسبت به وضع موجود می افزاید و کشت گندم دیم و جوآبی را می کاهد. همچنین سطح زیر کشت ذرت دانه ای، پیاز، سیب زمینی، شلتوک و لوبیا قرمز را، که محصولات سود آوری هستند، افزایش و سطح زیر کشت سایر محصولات را کاهش می دهد.

چنانکه مشاهده می‌شود، استفاده از مدل چند منطقه‌ای ۲/۰۳ درصد سود را نسبت به وضع موجود افزایش و همچنین زمینهای بدون کشت را ۳ درصد نسبت به مجموع مدلهای شهرستانی کاهش می دهد. به اشتراک گذاشتن منابع باعث می شود محصول سودآورتری مانند گندم دیم جایگزین جو دیم در مدل شهرستانی شود.

این موضوع نشان می دهد که به اشتراک گذاشتن منابع کمیاب در صورت امکان می تواند در افزایش سودآوری کل منطقه مفید باشد، مضافاً اینکه در شرایط موجود اجرای این پیشنهاد با تخصیص بهینه سم و کود و نیز افزایش کارایی نظام بانکی امکانپذیر است.

**جدول ٤. نتایج مدل منطقه‌ای در کنار مدل شهرستانی و وضع موجود**

(واحد: هکتار)

| محصولات / نتایج | مجموع سه شهرستان وضع موجود | مجموع سه شهرستان مدل شهرستانی | مدل منطقه ای |
|---|---|---|---|
| مقدار تابع هدف (ده ریال) | ۱۰۹۷۸۶۸۵۰۰۰۰ | ۱۱۱۷۹۴۵۷۰۰۰۰ | ۱۱۲۰۱۱۵۰۰۰۰۰ |
| گندم آبی | ۱۳۴۳۵۵ | ۱۳۶۸۵۷ | ۱۳۶۹۶۴ |
| گندم دیم | ۲۸۹۶۱ | ۱۹۷۲۳ | ۲۲۶۱۵ |
| جوآبی | ۲۸۷۰۹ | ۱۵۹۸۸ | ۱۷۴۹۱ |
| جو دیم | ۱۴۸۲۵ | ۲۸۰۶۹ | ۲۳۲۹۰ |
| ذرت دانه ای آبی | ۴۳۷۵۰ | ۴۵۶۵۶ | ۴۵۱۵۱ |
| نخودآبی | ۸۲۶ | ۳۲۰ | ۱۰ |
| نخود دیم | ۱۹۲۰ | ۱۱۳۰ | ۱۴۸۰ |
| آفتابگردان آبی | ۳۰۸۵ | ۵۰۵ | ۵۰۵ |
| پنبه آبی | ۴۹۵ | ۲۷۳ | ۲۷۳ |
| چغندر قند | ۶۴۳۲ | ۲۷۱۷ | ۲۷۳۶ |
| پیاز آبی | ۲۹۲۲ | ۳۹۸۱ | ۳۷۶۱ |
| سیب زمینی آبی | ۱۹۸۵ | ۱۷۱۳ | ۲۴۳۴ |
| لوبیا قرمز آبی | ۲۲۵۰ | ۲۶۵۳ | ۲۹۹۳ |
| عدس آبی | ۴۹۰ | ۸ | ۸ |
| عدس دیم | ۲۳۳۵ | ۱۴۷۱ | ۱۸۴۴ |
| شلتوک | ۴۰۶۷۸ | ۴۱۴۶۵ | ۴۱۳۲۷ |
| آیش | ۰ | ۱۱۴۸۹ | ۱۱۱۳۶ |

مأخذ: یافته های تحقیق

شهرستان شیراز در ماههای خرداد و آبان و شهرستان سپیدان در ماه خرداد از صندوق ذخیره سرمایه برداشت کرده اند و شهرستان مرودشت هیچ برداشتی از این صندوق نداشته است. همچنین در مورد سموم شهرستان شیراز در مدل منطقه‌ای از سم و کود بیشتری نسبت به مدل شهرستانی استفاده کرده‌وشهرستان مرودشت تنها سم قارچکش و شهرستان سپیدان حشره‌کش بیشتر مصرف کرده است.

## پیشنهادها

۱.نتایج مدل چند منطقه ای نشان می دهد که مدیریت تخصیص سموم و کودهای شیمیایی و همچنین افزایش کارایی نظام بانکی می تواند با وجود همین امکانات موجود، سودآوری منطقه را افزایش دهد. این مسئله بر لزوم وجود مدیریت کارای کشاورزی تأکید دارد. بنابراین پیشنهاد می شود علاوه بر تعیین الگوی بهینه کشت با مدل چند منطقه‌ای، مقدار بهینه کود تخصیص یافته نیز برای هر شهرستان تعیین و به شرکت خدمات حمایتی پیشنهاد شود.

۲.پیشنهادهای مربوط به توسعه یا تحدید کشت محصولات در بخش نتیجه گیری ذکر شد.

۳. از آنجا که نیروی کار و ماشین آلات کشاورزی نیز قدرت جابه جایی و تحرک دارند، لذا بهتر است در مطالعات بعدی، این نهاده ها نیز با در نظر گرفتن هزینه انتقالشان، جزو نهاده های مشترک قرار گیرند و در مدل وارد شوند.

## منابع

۱.آذر، ع. (۱۳۷۹)، تحقیق در عملیات: مفاهیم و کاربردهای برنامه ریزی خطی، مؤسسه نشر علوم نوین، تهران.

۲.افراسیابی، م. (۱۳۷۵)، تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی شهرستان حاجی آباد (هرمزگان)، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه مازندران.

۳.انویه تکیه، ل. (۱۳۷۴)، تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی و قیمت سایه ای منابع بخش زراعی در منطقه ارومیه، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

۴.باشقره، ع. (۱۳۷۷)، کاربرد برنامه ریزی خطی در تخصیص بهینه منابع تولید محصولات عمده بخش کشاورزی: مطالعه موردی شهرستان گنبد کاووس، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد.

۵.بی نام (۱۳۷۹)، سنتز مطالعات جامع احیا و توسعه کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، گزارش هوا و اقلیم شناسی(جلداول، دوم، سوم، پنجم و دهم)، مؤسسه پژوهشهای برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.

۶.بی‌نام(۱۳۸۲)،بانک‌اطلاعات‌زراعت،انتشارات‌مرکزآمار و اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی.

۷.جمشیدی، ک. (۱۳۷۴)، ارائه یک مدل بهینه کننده نهاده های کشاورزی و کاربرد آن در استان آذربایجان غربی، پایان نامه کارشناسی ارشد مدیریت، دانشکده علوم اداری و مدیریت، دانشگاه تهران.

۸.عبدیان، م. (۱۳۷۲)، طراحی الگوی کشت بهینه در یک روستای شهرستان ورامین، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی.

۹.عزیزی، ج.و م. زیبایی (۱۳۸۰)، تعیین مزیت نسبی برنج ایران: مطالعه موردی استانهای گیلان،مازندران‌وفارس، *فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه*،سال نهم،شماره۳۳،صفحه۷۱ –۹۶.

۱۰. قرئلی، ع. (۱۳۸۱)، تعیین ارزش آب کشاورزی و الگوی بهینه کشت در شرایط کمبود منابع آب (اراضی زیر سد درودزن)، پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

11.Goedhart, M. and J. Spronk (1995), An interactive heurestic for financial planning in decenteralizad organization, *Europian Journal of Operational Research*, 86: 162-175.

12.Haouari, M. and M. Azaiez, (2001), Optimal cropping patherns under water deficits, *European Journal of Operational Research*, 130: 133-146.

13.Hazell,P. and R. Norton (1983), Mathematical programming for economic analysis in agriculture, Macmillan Publishing Company, New York.

14. Homburg, C. (1998), Production planning with multiple objectives in decenteralized organization. *International Journal Production Economics*, 56-57: 243-252

15.McCarl,B.A.,T.H.Spreen (1996), Applied mathematical programming using algebraic system.On http://www.agrinet.tamu.edu/mccarl

16.Sherbiny, N. and M. Zaki (1974), Programming for agricultural development: The case of Egypt, *American Journal of Agricultural Economic,* 74: 114-121