تعیین الگوی کشت محصولات زراعی با تاکید بر پایداری منابع آب در شهرستان اهواز

اعظم نسیمی زاده[1*]، محمد آقاپور صباغی[2]
*۱- دانشجوی کارشناس ارشد اقتصاد کشاورزی واحد علوم و تحقیقات خوزستان
۲-استادیار گروه مدیریت کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر
Email: anasimizadeh@yahoo.com

چکیده

در این پژوهش تلاش شده است با استفاده از داده های مقطع زمانی سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در شهرستان اهواز با استفاده از روش برنامه ریزی کسری، الگوی کشت همسو با مدیریت پایدار منابع آب تعیین و با الگوی بهینه برنامه ریزی خطی ساده و الگوی کشت فعلی منطقه مقایسه شود. اطلاعات مورد نیاز این پژوهش با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی ساده از طریق تکمیل ۹۴ پرسشنامه از کشاورزان شهرستان اهواز به دست آمد. نتایج نشان داد که مصرف آب در الگوی بهینه خطی ۴۳ درصد و در الگوی بهینه کسری ۴۷ درصد نسبت به الگوی فعلی منطقه کاهش یافته است. بنابراین می توان گفت که شواهدی برای پذیرش الگوی بهینه کسری وجود دارد. شاخص پایداری منطقه حاصل از برنامه ریزی کسری نسبت به الگوی کشت بهینه مدل برنامه ریزی خطی و الگوی کشت فعلی منطقه افزایش یافته است.

کلمات کلیدی: مدیریت پایدار منابع آب، الگوی بهینه کشت، برنامه ریزی خطی، برنامه ریزی کسری، شاخص پایداری

مقدمه:

با توجه به نقش تعیین کننده آب به عنوان یکی از عناصر اساسی در ادامه حیات و توسعه جوامع بشری و تحولات اخیر در چرخه آب در طبیعت ناشی از تغییر اقلیم جهانی و نیز به دلیل عواملی چون افزایش جمعیت و کاهش شاخصهای زیست محیطی، مدیریت بهینه منابع آب جهان با چالشهای جدی روبرو شده است. بدین ترتیب امروزه مسئله آب در بسیاری از مناطق جهان به یک بحران جدی تبدیل شده که این امر بازنگری مجدد در وضعیت و تعیین منابع بالقوه آب و مدیریت در منابع آب را به عنوان یک ضرورت می طلبد. با وجود این که میانگین بارندگی سالانه ی کشور نزدیک به ۲۵۰ میلیمتر است و تقریباً ۳۳ درصد میانگین بارندگی سالانه ی جهان می باشد ، اما از سوی دیگر سیاست های کلان و بخشی با هدف های ایجاد برابری ، تامین امنیت غذایی ، تسریع رشد اقتصادی وگسترش فناوری باعث مصرف و بهره برداری بی رویه از این نهاده شده است به گونه ای که درحال حاضر در سطح کشور بیلان آب های زیرزمینی منفی ۶ میلیارد مترمکعب در سال است. مدیریت منابع آب بعنوان بخشی از برنامه ریزی توسعه کشور و بر مبنای میزان آب در دسترس، راهکار خاصی برای بهره برداری بهینه منابع آب موجود، می طلبد. میزان هدر رفت آب در کشور ایران ۲۸ تا ۳۰ درصد است درحالی که در دنیا ۹ تا ۱۳ درصد گزارش شده است (فال سلیمان و چکشی، ۱۳۹۰). در همین رابطه کارشناسان باور دارند در صورتی که محدودیت آب وجود نداشت ۳۰ تا ۵۰ میلیون هکتار از اراضی کشور قابل کشت و زرع می بود. بدین ترتیب یکی از عوامل اصلی و محدودکننده توسعه بخش کشاورزی ایران نهاده آب است (باقریان و پیکانی، ۱۳۸۶). شواهد و بررسی های انجام شده نیز نشان میدهد که در حال حاضر اکثر تولیدکنندگان، به مسائل اقتصادی توجه کمتری داشته و جریان تولید بر اساس احساس تولید کننده صورت میگیرد و منجر به این میگردد که نتایج و درآمد حاصل از کشت محصولات مختلف، تصادفی و همراه با عدم اطمینان باشد. لذا بهینه سازی الگوی کشت و عملیاتی سازی آن، نه تنها به منظور مقابله با خشکسالی و کم آبی، بلکه به منظور کنترل هر چه بیشتر عوامل محدود کننده و بهره برداری بهینه از امکانات موجود اجتناب ناپذیر است. در مناطقی مانند شهرستان اهواز که با بحران کم آبی و خشکسالی مواجه اند، میتوان با برنامه ریزی صحیح در ارتباط با الگوی بهره برداری از اراضی (الگوی کشت) تقاضا برای آب را مدیریت کرد. الگوی کشت فعلی این شهرستان به چند محصول خلاصه شده که برخی از این محصولات نیاز آبی بالایی در واحد سطح دارند و از آنجا که کشاورزان به دنبال حداکثر کردن درآمد خود هستند، لازم است ضمن توجه به تضمین درآمد کشاورزان، الگوی زراعی در این شهرستان به نحوی تعیین گردد که منطبق با اقلیم منطقه و کاهش مصرف منابع آب باشد.

پیشینه تحقیق:

بطور کلی بهینه سازی به معنای جستجوی بهترین است. در بهینه سازی الگوی کشت فرض براین است که الگوی کشت فعلی بهینه نمی باشد و با تخصیص مجدد عوامل ونهاده های تولید جهت تولید محصولات مختلف می

توان به میزان درآمد بیشتری دست یافت. آب مهمترین عامل محدود کننده در مناطق خشک و نیمه خشک جهان از جمله ایران به شمار می رود و همچنین تعیین کننده ترین عامل در میزان کارایی و بهره وری سایر منابع محسوب می شود. تولید بالقوه و واقعی محصولات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک رابطه بسیار نزدیکی با مقدار آب در دسترس دارد (کامکار و مهدوی دامغانی، ۱۳۸۷). می توان گفت تقریبا ۶۰ درصد از منابع آب های استحصالی کشور کارایی بهینه ندارد و همین امر در وهله نخست بر ناپایداری منابع آبی، و در مرتبه بعدی بر ناپایداری نظام تولیدی افزوده است (مطیعی لنگرودی و شمسایی، ۱۳۸۸). توجه به امر پایداری و مدیریت منابع آب (در محدوده حفاظت منابع پایداری) به عنوان یک منبع بسیار حیاتی، در سال های اخیر از موضوعی فرعی، به مسئله ای محوری و پراهمیت تبدیل شده است. این تحول، حاصل آگاهی و باور محافل ملی و بین المللی به واقعیت های زمان است. واقعیت این است که منابع طبیعی چون آب، هوا، انرژی، خاک و گونه های زیستی واقعاً محدودند و تولید دوباره و احیا این منابع، بسیار پر هزینه تر و طولانی تر از حفاظت آنهاست . مدیریت تأمین و توسعه منابع آب به عنوان یک عامل پویا و مؤثر در جهت سیاست گذاری، برنامه ریزی و ایجاد امکانات لازم برای بهره گیری از منابع آب، بر موضوعات زیست محیطی، سیاسی، حقوقی و سازمانی تمرکز کرده است(بخشوده و باغستانی،۱۳۸۸). منظور از مدیریت پایداری منابع آب، اعمال مدیریت دراز مدت برای این منابع است. نظام مدیریت منابع آب وقتی پایدار خواهد بود که بتواند تقاضاهای متغیر آبی را در زمان های مختلف، بدون تحلیل ظرفیت منابع آبی، برآورده کنند. در این راستا مطالعات گوناگونی انجام شده است که می توان به موارد زیر اشاره کرد:

امینی فسخودی و نوری (۱۳۸۹) در مطالعه ای به ارزیابی سیستمی پایداری در سیستم زراعی منطقه روستایی براآن جنوبی در شرق شهر اصفهان و تعیین مناسب ترین الگوی کشت متناسب با آن پرداختند. به منظور تلفیق ابعاد سه گانه محیطی، اقتصادی و اجتماعی، دو معیار نسبی حصول بیشترین عایدی اقتصادی و ایجاد بیشترین فرصتهای اشتغال به ازای هر واحد مصرف آب کشاورزی، به عنوان شاخصهایی برای پایداری سیستم تعریف کردند. همچنین بهینه سازی نسبت های سود خالص به مصرف آب و ایجاد اشتغال به مصرف آب را با بهره گیری از مدلهای برنامه ریزی ریاضی یک هدفه و چندهدفه انجام دادند و با محاسبه کارایی اقتصادی و اجتماعی هر واحد مصرف آب کشاورزی در سناریوهای مختلف مدلهای یک هدفه و چندهدفه برنامه ریزی خطی و کسری، مناسبترین الگوهای کشت منطقه با توجه به منابع موجود آب و خاک و نیروی انسانی را تعیین کردند.

زمانی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه ای تحت عنوان تعیین الگوی زراعی در جهت کشاورزی پایدار در شهرستان پیرانشهر با استفاده از داده های مقطعی سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ انجام دادند . نتایج نشان داد که الگوی بهینه کشت با استفاده از برنامه‌ریزی کسری چندهدفه فازی برای دست‌یابی به پایداری با الگوی فعلی کشت

اختلاف زیادی دارد. افزون بر این نتایج حاصل از شاخص‌های پایداری (نسبت درآمد ناخالص به استفاده از کودهای شیمیایی و سموم مختلف) نشان از اهمیت هدف و یا حداقل کردن این نهاده در جهت پایداری داشت. شاخص‌های پایداری به ترتیب برای نهاده‌های سموم شیمیایی قارچ‌کش، علف‌کش، حشره‌کش، کودهای ازته و فسفاته بدست آمد. با توجه به یافته‌ها، اهمیت حذف و یا حداقل کردن نهاده سم شیمیایی قارچ‌کش بیشتر از سایر نهاده‌ها بود.

موسوی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه ای با عنوان اثر الگوی کشت بر مصرف آب درآمد و فقر روستایی در شهرستان کازرون به بررسی بهینه سازی الگوی کشت در کاهش مصرف آب و افزایش درآمد و تأثیر آن بر فقر پرداختند. بدین منظور از مدل برنامه ریزی خطی برای پنج دوره ی پنج ساله با در نظر گرفتن تغییرات تدریجی استفاده کردند. نتایج به دست آمده نشان داد که با وجود کاهش برداشت از منابع آب زیر زمینی سود حاصل روند افزایشی داشته و استفاده از الگوی بهینه کشت بر کاهش فقر موثر بوده است.

کابالر و هرناندز (۲۰۰۶) در مطالعه ای با عنوان " بهبود بهره وری در مدل های برنامه ریزی کسری"، با تدوین یک مدل آرمانی در دو حالت اهداف خطی و کسری، بهبود شاخص های معرف بهره وری را در حالت کسری نسبت به حالت خطی ضمن حل یک مثال نشان داده اند.

گومز و همکاران (۲۰۰۶) با تدوین مدلی برای برنامه ریزی بهره برداری از جنگل در کوبا با استفاده از مدل های برنامه ریزی آرمانی کسری در یک دوره ۲۵ ساله، راه کارهایی را برای حفاظت بلند مدت جنگل ها و جلوگیری از نابودی آنها از طریق لحاظ نمودن اهداف زیست محیطی کسری در کنار دیگر اهداف اقتصادی ارائه نمودند.

دانشور و همکاران (۲۰۰۹)، الگوی کشت بهینه با هدف کاهش مخاطرات محیطی را برای کشاورزی ایران تعیین کردند. در این مطالعه آنان از برنامه ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه استفاده کردند و نتیجه گرفتند نسبت خالص بازدهی درون مصرفی نهاده ها و نسبت مصرف نهاده ها در مزرعه با استفاده از الگوی خروجی برنامه ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه بهبود می یابد.

فرضیه‌های تحقیق:

۱- الگوی کشت کنونی منطقه مورد بررسی مطابق با معیارهای پایداری نیست.
۲- منابع آب در بخش کشاورزی منطقه مورد مطالعه استفاده بهینه نمی شود.
۳- تغییر الگوی کشت در بهره وری پایدار از منابع آب منطقه مورد مطالعه مؤثر می باشد.
۴- تغییر الگوی کشت منجر به مصرف بهینه منابع در بخش زراعی منطقه مورد مطالعه می شود.

روش‌شناسی:

این مقاله به لحاظ هدف کاربردی است که از داده های آماری در مقطع زمانی سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ استفاده شده است، که از طریق پرسشنامه و همچنین سازمانهای مربوطه همچون سازمان آب و برق خوزستان، سازمان جهاد کشاورزی خوزستان جمع آوری شده است. در این پژوهش هدف تعیین الگوی کشت بهینه در شهرستان اهواز با محوریت مدیریت پایدار منابع آب می باشد و بدین منظور از روش برنامه ریزی خطی و کسری استفاده شده است. الگوهای برنامه ریزی ریاضی شامل تابع هدف و تعدادی محدودیت می باشد. در روش برنامه ریزی خطی تنها یک تابع هدف وجود دارد و آن حداکثر کردن سود ناخالص کشت یک هکتار از محصولات زراعی مختلف است و محدودیت های مدل شامل سطح زیر کشت محصولات زراعی در منطقه، منابع آب، نیروی کار، ماشین آلات، کودشیمیایی، سموم شیمیایی و سرمایه نقدی می باشد مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در روش برنامه ریزی کسری دو تابع هدف را در نظر می گیریم. اولین هدف حداکثر کردن سود ناخالص کشت یک هکتار محصولات زراعی و دومین هدف حداقل کردن مصرف آب میباشد. بنابراین تابع هدف در این الگو به صورت کسری بوده و در صورت کسر حداکثر سود ناخالص کشت یک هکتار محصولات زراعی و در مخرج کسر میزان آب مصرفی برای کشت یک هکتار محصولات زراعی قرار می گیرد و با استفاده از روش داتا- تیواری برنامه ریزی کسری به فرم خطی تبدیل می شود. محدودیت های مدل برنامه ریزی کسری مانند برنامه ریزی خطی در نظر گرفته می شود. در این پروژه از نرم افزار WINQSB استفاده خواهد شد. سپس نتایج حاصل مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت و با مدل برنامه ریزی خطی و الگوی فعلی مقایسه خواهد شد.

از آنجا که پژوهش حاضر پایداری منابع آب را مورد بررسی قرار خواهد داد فقط زمین های زراعی آبی در نظر گرفته میشود. تعداد کل بهره برداران کشت آبی در شهرستان اهواز ۵۵۲۷ نفر می باشد که به عنوان جامعه آماری در نظر گرفته شده است. برای جامعه آماری مورد بررسی در این تحقیق بر حسب ویژگی ها و شرایط جامعه روش نمونه گیری تصادفی ساده اتخاذ گردید.. برای تعیین حجم نمونه از فرمول کوکران استفاده گردیده است که براساس آن حجم نمونه۹۴ تعیین گردیده است.

$$n=\frac{t^2 pqN}{d^2(N-1)+t^2 pq}$$

که در آن عدد t عدد ثابت ۱,۹۶ می باشد.

P و q وجود یا عدم خصیصه هستند که حاصل ضرب آنها برابرانحراف معیار می باشد.از آنجا که در اکثر تحقیقات انحراف معیار مشخص نیست .لذا این دو شاخص (که جمع آنها باید یک باشد) به صورت ۰/۳ و۰/۷ و ۰/۵ در نظر گرفته می شود که در این تحقیق ۰/۵تعیین شده است. d خطای نمونه گیری می باشد که

معادل ۰/۱ است. N نیز تعداد کل جامعه آماری است که بالغ بر ۵۵۲۷ نفر می باشد .که حجم نمونه به شرح زیر تعیین گردیده است.

$$n=\frac{(1.96)^2\times0.5\times0.5\times5527}{(0.1)^2\times5527+(1.96)^2\times0.5\times0.5}=94$$

فرم کلی الگوی برنامه ریزی خطی به صورت زیر میباشد:

$$MAX\ Z=\sum_{j=1}^{n}C_jX_j \qquad (۱)$$

$$\sum_{j=1}^{m}a_{ij}X_j\le b_i \qquad i=1,2,\dots,m \qquad (۲)$$

$$X_j\ge 0 \qquad J=1,2,\dots,n \qquad (۳)$$

یک مدل برنامه ریزی کسری خطی به صورت زیر تعریف می شود:

(۱)

$$\text{Maximize: } r(x)=\frac{p^tx+\alpha}{q^tx+\beta}$$

$$\text{s.t: } A(x)\le b$$

$$x\ge 0$$

$$b\in R^n, b\in R^m, p, \beta\epsilon R$$

p و q بردار ضرایب، x بردار متغیرهای تصمیم در p ،r و β مقادیر ثابت و b بردار مقادیر سمت راست محدودیت ها در r و t نیز به معنی عامل انتقال می باشد. اگر n و d در معادله ۲ را به عنوان توابع (خطی به علاوه ثابت) تعریف کنیم و X را یک چند ضلعی محدب به عنوان فرمول استاندارد LP معرفی نماییم، یک برنامه ریزی کسری خطی (LFP) خواهیم داشت.

$$\text{Maximase: } r(x)=\frac{n(x)}{d(x)} \qquad (۲)$$

$$s.t: x\in X \qquad x\ge 0$$

فرض میشود که d(x) در X مثبت باشد، در این حالت وقتی مجموعه X یک چند ضلعی غیر تهی باشد و به زیر مجموعه R^n محدود گردد، می توان آن را به عنوان یک قید خطی در نظر گرفت. در این حالت مسأله (۲) به صورت فرمول (۳) در می آید:

$$\text{Maximase: } r(x)=\frac{n(x)}{d(x)} \qquad (۳)$$

$$s.t: A(x)\le b \qquad x\ge 0$$

روش حل مسئله کسری به روش داتا- رائو – تیواری[1]

این روش بر اساس تغییر متغیرهای اصلی برای مسئله LFP بنا نهاده شده است. این تغییر به صورت زیر است:

$$y = zx \qquad , \qquad z = \frac{\gamma}{d(x)}$$

γ پارامتری است که معمولا به سبب سادگی، عدد ۱ می پذیرد. با ایجاد تغییراتی در معادله ۱ می توان یک راه حل ساده برای حل برنامه خطی بصورت زیر به دست آورد:

$$Maximise \qquad p^t + \alpha z$$

$$\text{s.t} \qquad Ay - bz \leq 0$$

$$q^T y + \beta z = 1$$

$$y, z \geq 0$$

تابع هدف، شکل تغییر یافته صورت کسر می باشد و شکل تغییر یافته مخرج کسر به عنوان یک محدودیت اضافه شده است. اساس این روش این است که اگر Z' و y' یک جواب بهینه مسئله تغییریافته باشد ، آنگاه $x = \frac{y}{z}$ یک جواب بهینه مسئله اولیه کسری است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها:

جدول (۱) ضرایب فنی هر یک از فعالیت های زراعی را در یک هکتار از سطح زیر کشت در منطقه را نشان میدهد.

جدول شماره (۱) ضرایب فنی محصولات زراعی منطقه در هکتار در سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱)

محصولات		آب مصرفی (متر مکعب)	نیروی انسانی (نفر/ روز)	ماشین آلات (ساعت/ روز)	کود شیمیایی (کیلوگرم)	سموم شیمیایی (لیتر)	سرمایه نقدی(ریال)
زمستانه	گندم	۹۹۶۲	۸/۲	۸/۱	۴۰۰	۳/۱	۱۹۲۴۱۳۷۰
	جو	۹۹۶۲	۸/۲	۸/۱	۴۰۰	۳/۱	۱۵۵۱۷۸۱۹
	باقلا	۵۶۴۳	۲۲/۸	۶/۴	۲۹۰	۳/۸	۲۲۳۷۲۲۴۰
تابستانه	ذرت دانه ای	۲۵۱۲۸	۱۳/۲	۸/۹	۴۰۰	۴	۹۰۲۵۶۳۵
	ماش	۱۲۰۶۰	۱/۲	۲/۸	۱۸۰	۱/۵	۴۸۹۵۰۸۸
	لوبیا	۱۳۷۶۰	۲/۱	۳/۱	۲۵۰	۰/۵	۶۳۳۷۳۴۰
	شلتوک	۲۶۸۷۲	۵۱/۴	۵/۳	۳۰۰	۰/۵	۲۴۶۲۹۴۱۳

1. Dutta-Rao-Tiwari

هندوانه	۱۳۹۳۷	۳۱/۲	۶/۴	۶۸۰	۴/۲	۳۰۲۰۴۸۰۴
گوجه فرنگی	۱۴۱۲۸	۳۰/۵	۷/۴	۶۹۰	۷/۴	۳۵۲۵۸۱۲۶

بر اساس مطالب ذکر شده فوق، الگوی برنامه ریزی ریاضی خطی به صورت زیر قرار گرفته است.

تابع هدف:

$$\text{Max } z= 6108630\, x_1 +5502181x_2 + 29627760x_3 + 9324365x_4 +30504912x_5+32162660x_6 +12370587x_7+ 45795196x_8+ 46741874x_9$$

s.t:

1) $x_1+x_2 +x_3 \leq 781$ محدودیت زمین زمستانه

2) $x_4+x_5+x_6+x_7+x_8+x_9\leq 159$ محدودیت زمین تابستانه

3) $9162x_1+ 9162x_2+5643x_3 1_9\leq 2159956$ محدودیت آب مصرفی زمستانه

محدودیت آب مصرفی تابستانه

4)$25128x_4+11760x_5+ 12760x_6+ 26872x_7+ 13637x_8+ 14028x_9\leq 1983256$

محدودیت نیروی کار:

5) $8.2x_1+ 8.2x_2+ 48.8x_3+ 13.2x_4+4.2x_5+ 5.1x_6+ 68.4x_7+ 35.2x_8+31.5x_9\leq 13950$

محدودیت ماشین آلات:

6) $8.2x_1+ 8.1x_2+ 6.4x_3+ 8.9x_4+ 2.8x_5+ 3.1x_6+ 5.3x_7+ 6.4x_8+ 7.4x_9\leq 6134.6$

محدودیت کود شیمیایی:

7) $400x_1+400x_2+290x_3+400x_4+200x_5+300x_6+400x_7+680x_8+690x_9\leq 3070.5$

محدودیت سم شیمیایی:

8) $3.1x_1+3.1x_2+3.8x_3+0.5x_4+0.5x_7+5.2x_8+7.4x_9\leq 3070.5$

محدودیت سرمایه نقدی:

9)$15241370x_1+15517819x_2+20372240x_3+11725088x_4+6895088x_5+7337340x_6+24629413x_7+40204804x_8+45258126x_9\leq 8099690213$

محدودیت های خودمصرفی:

10) $x_1\geq 66$

11) $x_2\geq 15$

12) $x_3 \geq 2$

13) $x_3 \geq 2$

14) $x_5 \geq 2/8$

15) $x_7 \geq 1/76$

16) $x_7 \geq 4/5$

17) $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, \geq 0$ غیر منفی بودن متغیرها

متغیرهای مدل: x_1 :گندم، x_2 : جو، x_3: باقلا، x_4: ذرت دانه ای، x_5:ماش، x_6: لوبیا، x_7: شلتوک، x_8: هندوانه، x_9: گوجه

مدل برنامه ریزی کسری به صورت زیر فرموله می شود:

تابع هدف: حداکثر کردن سود نسبت به حداقل کردن مصرف آب

$$eff: \{\frac{6108630\,x1 + 5502181x2 + 29627760x3 + 9324365x4}{9162x1 + 9162x2 + 5643x3 + 25128x4}$$

ادامه کسر: $\frac{+30504912x5 + 31062660x6 + 12370587x7 + 45795196x8 + 46741874x9}{+ 11760x7 + 12760x7 + 26872x8 + 13937x9 + 14128x10}\}$

s.t:

1) $x_1 + x_2 + x_3 \leq 781$ محدودیت زمین زمستانه.

2) $x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 \leq 159$ محدودیت زمین تابستانه

محدودیت نیروی کار:

3) $8.2x_1 + 8.2x_2 + 44.8x_3 + 25.2x_4 + 4.2x_5 + 5.1x_6 + 68.4x_7 + 35.2x_8 + 31.8x_9 \leq 13950$

محدودیت ماشین آلات:

4) $8.1x_1 + 8.1x_2 + 6.4x_3 + 8.9x_4 + 2.8x_5 + 3.1x_6 + 5.3x_7 + 6.4x_8 + 7.4x_9 \leq 7434$

محدودیت کود شیمیایی:

5) $400x_1 + 400x_2 + 290x_3 + 400x_4 + 200x_5 + 290x_6 + 400x_7 + 680x_8 + 690x_9 \leq 151920$

محدودیت سم شیمیایی:

6) $3.1x_1 + 3.1x_2 + 3.8x_3 + 0.5x_4 + 1.5x_5 + 1.5x_6 + 0.5x_7 + 5.2x_8 + 7.4x_9 \leq 3070$

محدودیت سرمایه نقدی:

7)$15241370x_1+15517819x_2+20372240x_3+18725635x_4+6895088x_5+6337340x_6+24629413x_7+40204804x_8+45258126x_9 \leq 8099690213$

محدودیت های خودمصرفی

8) $x_1 \geq 66$

9) $x_2 \geq 15$

10) $x_3 \geq 2$

11) $x_4 \geq 2$

12) $x_5 \geq 2/8$

13) $x_7 \geq 4/5$

غیر منفی بودن متغیرها

14)$x_1,x_2,x_3,x_4,x_5,x_6,x_7,x_8,x_9, \geq 0$

به منظور حل مسئله برنامه ریزی کسری لازم است تا این فرم به یک فرم خطی به شکل زیر تبدیل شود :

تابع هدف:

Max z= $6108630\ y_1 +5502181y_2 + 29627760y_3+ 9324365y_4 +30504912y_5 +31002660y_6 +12370587y_7 + 45795196y_8+ 46741874y_9$

s.t:

محدودیت زمین زمستانه:

1) $y1+y2+y3 -781z \leq 0$

محدودیت زمین تابستانه:

2) $y4+y5+y6+y7+y8+y9 -159z \leq 0$

محدودیت آب مصرفی زمستانه:

3) $9162y_1+ 9162y_2+ 3743y_3-2159956z \leq 0$

محدودیت آب مصرفی تابستانه:

4) $25128y_4+11760y_5+ 12760y_6+ 26872y_7+ 13637y_8+ 14028y_9-1983256z \leq 0$

محدودیت نیروی کار:

5) $8.2y_1+ 8.2y_2+ 48.8y_3+ 25.2y_4+4.2y_5+ 5.1y_6+ 68.4y_7+ 35.2y_8+31.5y_9-13950z \leq 0$

محدودیت ماشین آلات:

6) $8.2y_1+ 8.1y_2+ 6.4y_3+ 8.9y_4+ 2.8y_5+ 3.1y_6+ 5.3y_7+ 6.4y_8+ 7.4y_9-7434.5z \leq 0$

محدودیت کود شیمیایی:

7) $400y_1+400y_2+290y_3+400y_4+180y_5+250y_6+300y_7+680y_8+690y_9-151920z \leq 0$

محدودیت سم شیمیایی:

8) $3.1y_1+3.1y_2+3.8y_3+0.5y_4+1.5y_5+1.5y_6+0.5y_7+5.2y_8+7.4y_9-3070.5z\leq 0$

محدودیت سرمایه نقدی:

9) $15241370y_1+15517819y_2+20372240y_3+18725635y_4+6895088y_5+6337340y_6+24629413y_7+40204804y_8+45258126y_9-8099690213z\leq 0$

محدودیت های خودمصرفی

10) $y_1-66z\geq 0$

11) $y_2-15z\geq 0$

12) $y_3-2z\geq 0$

13) $y_4-2z\geq 0$

14) $y_5-2/8z\geq 0$

15) $y_6-1/76z\geq 0$

16) $y_7-4/5z\geq 0$

غیر منفی بودن

17) $y_1,y_2,y_3,y_4,y_5,y_6,y_7,y_8,y_9,\geq 0$

بحث و نتیجه‌گیری:

در جدول (۲) الگوی کشت فعلی با الگوی بهینه بدست آمده از روشهای برنامه ریزی خطی و برنامه ریزی کسری با توجه به سود ناخالص و میزان مصرف آب باهم مقایسه می شود.

جدول (۲) نتایج حل مدل برنامه ریزی کسری برای محصولات زراعی شهرستان اهواز سال ۹۲-۹۱

نام محصولات	الگوی فعلی کشت	الگوی بهینه کشت برنامه ریزی خطی(هکتار)	الگوی بهینه کشت با استفاده از روش کسری (هکتار)
گندم آبی	۶۶۱	۶۶	۷۲/۵
جو آبی	۱۰۰	۱۵	۱۵
باقلا	۲۰	۲۳۹/۷	۲۹۸
ذرت دانه ای	۳۵	۲	۲
ماش	۵۶	۲/۸	۸۳/۵
لوبیا	۳۴	۲۰/۵	۵۸/۹
شلتوک	۱۸	۴/۵	۴/۵
هندوانه	۱۰	۷۴/۸	۰
گوجه	۶	۵۳/۹	۰

هدف اول (صورت کسر) حداکثر سود حاصل از کشت محصول (ریال)	۹۶۹۶۷۳۰۸۳۶	۱۴۱۶۲۵۹۳۵۵۸	۱۳۷۶۹۶۹۴۹۴۷
هدف دوم (مخرج کسر) حداقل میزان مصرف آب (m^3)	۸۴۰۱۷۷۶	۴۷۵۶۲۹۲	۴۴۳۲۷۱۲/۴

همانطور که ملاحظه می شود الگوی برنامه ریزی خطی با هدف بیشینه کردن سود ناخالص محصولاتی که سود ناخالص بیشتری دارند و در الگوی برنامه ریزی کسری محصولاتی که دارای سود بیشتر و مصرف آب کمتر هستند وارد الگو شده اند. لذا در بین محصولات زمستانه محصول باقلا نسبت به گندم و جو سود بیشتری دارد و در الگوی بهینه خطی این محصول وارد شده است و سطح زیر کشت آن نسبت به الگوی فعلی به اندازه ۲۲۰ هکتار افزایش یافته است . در روش برنامه ریزی کسری به دلیل اینکه این محصول نسبت به گندم و جو آب کمتر و سود بیشتری دارد سطح زیر کشت آن به طور قابل توجهی افزایش یافته بطوری که نسبت به الگوی فعلی ۲۷۸ هکتار و نسبت به الگوی بهینه خطی ۵۸ هکتار افزایش یافته است. محصولات گندم و جو در الگوی بهینه خطی به علت پایین بودن سود ناخالص فقط به اندازه خود مصرفی وارد الگو شده اند. اما در الگوی بهینه کسری محصول گندم به اندازه ۷۲/۶ هکتار و جو به اندازه خود مصرفی وارد الگو شده اند.در بین محصولات تابستانه نیز در الگوی بهینه خطی محصول لوبیا با سطح زیر کشت ۲۰/۵ هکتار و گوجه فرنگی با سطح زیر کشت ۵۳/۹ هکتار و هندوانه با ۷۴/۸ هکتار وارد الگو شده است که سطح زیر کشت محصول لوبیا نسبت به الگوی فعلی ۱۳/۵ هکتار کاهش و محصولات هندوانه و گوجه نسبت به الگوی فعلی منطقه به ترتیب ۶۴/۸ و ۴۷/۹ هکتار افزایش یافته است. از دلایل افزایش سطح زیر کشت محصولات هندوانه و گوجه فرنگی میتوان به بالا بودن سود ناخالص این محصولات نسبت به سایر محصولات تابستانه اشاره کرد. سطح زیر کشت ذرت دانه ای، ماش و شلتوک به علت پایین بودن سود ناخالص این محصولات به اندازه خود مصرفی وارد الگوی بهینه شده اند. همچنین در الگوی برنامه ریزی کسری محصول ماش و لوبیا به علت پایین بودن مصرف آب نسبت به سایر محصولات وارد الگو شده است به طوری که سطح زیر کشت این محصول نسبت به الگوی فعلی به ترتیب ۲۷/۵ و ۲۳/۹ هکتار افزایش یافته است. هندوانه و گوجه فرنگی نیز به علت بالا بودن مصرف آب نسبت به سایر محصولات از الگوی کشت حذف شده اند. محصولات ذرت دانه ای، لوبیا و شلتوک به اندازه خود مصرفی وارد الگو شده اند.

– محاسبه شاخص پایداری

با مقایسه سود ناخالص الگوهای بهینه بدست آمده ملاحظه می شود که سود ناخالص به دست آمده از الگوی کشت بهینه حاصل از برنامه ریزی خطی و کسری نسبت به الگوی کشت فعلی منطقه به ترتیب ۳۲ و ۳۰ درصد افزایش و مصرف آب در الگوی بهینه خطی ۴۳ درصد و در الگوی بهینه کسری ۴۷ درصد نسبت به الگوی فعلی منطقه کاهش یافته است. شاخص پایداری منطقه با تقسیم سود ناخالص به مصرف آب بدست آمده است. ملاحظه میشود که شاخص پایداری در الگوهای بهینه خطی نسبت به الگوی فعلی ۵۸ درصد و در الگوهای بهینه کسری نسبت به الگوی فعلی ۶۲ درصد افزایش یافته است. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق پیشنهاد می شود:

– با توجه به اینکه حرکت به سمت الگوی کشت پایدار با استفاده از الگوی برنامه ریزی کسری باعث کاهش بازده برنامه ای بهره برداران می شود، حمایت بیشتر دولت از کشاورزان به کارگیرنده این الگو الزامی است.

– سیاست گذاران نیز بایستی همگام با برنامه ریزی بر اساس الگوی کشت کشاورزان به حفظ و افزایش شاخص های پایداری در راستای کشاورزی پایدار نیز توجه خاصی داشته باشند.

– سوق دادن یارانه ها و حمایت ها ی خود به سمت کشت های دارای حداکثر مزیت که پایین ترین مصرف آب و بالاترین سود آوری را دارند کشاورزان را به اجرای یک الگوی کشت بهینه تشویق نماید.

منابع:

– امینی فسخودی، ع و نوری، س (۱۳۸۹). "ارزیابی پایداری و تعیین الگوی کشت سیستم های زراعی بر اساس بهینه سازی بهره برداری از منابع آب و خاک با استفاده از الگوهای غیرخطی برنامه ریزی ریاضی"، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال پانزدهم، شماره ۵۵.

– باقریان، س، صالح، الف و پیکانی،غ، ۱۳۸۶، بهینه سازی الگوی کشت در منطقه کازرون با استفاده از روش برنامه ریزی خطی، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد، انجمن اقتصاد کشاورزی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.

– بخشوده، م و باغستانی، م (۱۳۸۸). "پایداری منابع آب و الگوی بهینه کشت در ایران کاربرد برنامه ریزی کسری"، فصلنامه علوم اقتصادی، سال اول، شماره ۴.

– بریم نژاد، و (۱۳۸۳)." تحلیل پایداری در مدیریت منابع آب در بخش کشاورزی با استفاد ه از برنامه ، ریزی کسری، مطالعه موردی استان کرمان"، مجله ژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، شماره ۶۳.

– زمانی، ا، صبوحی صابونی، م، نادر،ه (۱۳۸۹). "تعیین الگوی زراعی در جهت کشاورزی پایدار، با استفاده از برنامه ریزی کسری فازی با اهداف چندگانه مطالعه موردی شهرستان پیرانشهر"، مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲، شماره ۴.

– فال سلیمان، م و چکشی، ب (۱۳۹۰). نقش مدیریت بهینه ی مصرف آب کشاورزی جهت افزایش بهره وری و پایداری منابع آب دشت های بحرانی در نواحی خشک و کم آب کشور مطالعه موردی غرب دشت بیرجند، مجله جغرافیا و توسعه ی ناحیه ای، شماره ۱۶.

– فیضی دولت آبادی، پ، فیضی دولت آبادی، و، و شیروانی دوست،س، ۱۳۹۰، استفاده از کودهای بیولوژیکی در کشاورزی زیستی، همایش ملی دستاوردهای نوین در زراعت، شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس.

– کامکار، ب، مهدوی دامغانی، ع (۱۳۸۷). مبانی کشاورزی پایدار، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ دوم، سال ۱۳۹۱.

– مطیعی لنگرودی، س ، شمسایی، ا (۱۳۸۸). توسعه و کشاورزی پایدار از دیدگاه اقتصاد روستایی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۳۰۵۷.

- Caballero, R. , Hernandez , M.2004. The controlled estimation method in the multiobjective linear fractional problem. Computers & Operations Research 31 (2004) 1821–1832.

- Daneshvar M, Sahnoushi N and Salehi Reza Abadi F, 2009. The determination of optimal crop pattern with aim of reduction in hazards of environmental, American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 4 (4): 305- 310.

- Dutta D, Tiwari RN and Rao JR, 1992. Multiple objective linear fractional programming – a fuzzy set theoretic approach, Fuzzy Sets and Systems, 52: 39–45.

- Dutta D, Tiwari RN and Rao JR, 1993. Fuzzy approaches for multiple criteria linear fractional optimization: a comment, Fuzzy Sets and Systems, 54: 347–349

- Gomez,T., Hernandez, M., Leon, M.A., Caballero, R.(2006). Forest Ecology and Management. 227,79-88.

–Lara, P. and Stancu-Minasian, I. 1999, Fractional programming: A tool for the assessment of sustainability, Agricultural Systems, 69: 131-141.