پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۶، شماره ۱۱، بهار و تابستان ۱۳۹٤، از صفحه ۱۶۳ تا ۱۷۲

رویکرد محیط‌زیستی در تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی (مطالعه موردی: منطقه ورامین)

عبدالرسول قاسمی[۱]، سعید حسنلو[۲]*، رزا پیروز[۲]، حامد نجفی علمدارلو[۳]

۱ دکترای اقتصاد کشاورزی، پژوهشگر و مدرس دانشگاه‌های تهران
۲ دانش‌آموختگان کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
۳ عضو هییت علمی گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۵/۱۷؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۰۴/۰۱)

چکیده

با توجه به افزایش سریع جمعیت کشور، نیاز به تولید بیشتر محصولات کشاورزی بیش از پیش در جامعه احساس می‌شود. اما افزایش تولید همیشه یا با افزایش سطح زیر کشت و یا با مصرف هر چه بیشتر سموم و کودهای شیمیایی همراه بوده است. به دلیل این که استفاده از سموم و کودهای شیمیایی می‌تواند خطرات جدی برای محیط و سلامت جامعه ایجاد نماید. هدف از مطالعه حاضر، تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی، با رویکرد محیط‌زیستی (استفاده حداقل از سموم و کودهای شیمیایی) می‌باشد. در این پژوهش، از آمار و اطلاعات مربوط به هر یک از محصولات مورد مطالعه مربوط به سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ در دشت ورامین، استفاده شده است. همچنین، برای تعیین الگوی بهینه از مدل برنامه‌ریزی آرمانی بهره گرفته شده است. نتایج نشان می‌دهد: در صورتی که الگوی کشت بر اساس کمترین مقدار استفاده از کودها (فسفات، اوره و پتاس) و سموم شیمیایی (علف‌کش، قارچ‌کش و حشره‌کش) صورت گیرد، سطح زیر کشت منطقه از ۵۱۵۲۰ هکتار به ۳۵۵۳۴/۳۳ هکتار کاهش می‌یابد. در نتیجه، پیشنهاد می‌شود که در مرحله اول، سطح زیر کشت محصولات جالیزی کاهش یابد و در مرحله دوم نیز سطح زیر کشت غلات کاهش یابد. همچنین افزایش کاشت یونجه نیز توصیه می‌شود.

کلید واژه‌ها: الگوی بهینه کشت، برنامه‌ریزی آرمانی، دشت ورامین، محیط‌زیست

*نویسنده مسوول: Email: S.hasanlo@yahoo.com

سرآغاز

کشاورزی از نقطه نظر محیط زیستی بسیار مهم می باشد. با توجه به افزایش سریع جمعیت کشور، نیاز به تولید بیشتر محصولات کشاورزی بیش از پیش در جامعه احساس می‌شود. بنابراین، به نظر می‌رسد بهترین راه برای نیل به این مهم، افزایش تولید در واحد سطح باشد. اما، متأسفانه در ایران افزایش تولید همیشه یا با افزایش سطح زیر کشت همراه بوده و یا با مصرف هرچه بیشتر سموم و کودهای شیمیایی که در این میان مورد اول منجر به کاهش سطح اراضی جنگلی و مرتعی شده و مورد دوم موجب بروز آلودگی‌های محیط‌زیستی و شیوع بیماری‌های خطرناک شده است (جمشیدی، ۱۳۸۷). طوری که، علت عمده آلودگی آب‌های سطحی ناشی از مصرف کودها و آفت‌کش‌ها می‌باشد (فتحی زاده، ۱۳۸۶). مصرف بیش از حد کود و سموم شیمیایی در حال حاضر، زیان‌های فراوانی را به محیط‌زیست و سلامت عمومی مردم وارد کرده است. بر اساس آمار دفتر تحقیق و توسعه فناوری زیستی آسیا، در ایران هر ساله ۳۴ هزار نفر بر اثر سرطان می‌میرند که ۹۰ درصد آنها ساکنان گلستان، مازندران، گیلان و دشت مغان هستند چون ۵۰ درصد از سموم و کودهای شیمیایی کشور در مزارع این مناطق استفاده می‌شود. با این حال هر ساله بالغ بر ۴۰۰ میلیون دلار (۵۶۷ میلیارد تومان در سال ۱۳۹۰) یارانه کود شیمیایی از سوی دولت پرداخت می شود تا همچنان مصرف کود شیمیایی در ایران چندین برابر استانداردهای جهانی باشد (جمشیدی، ۱۳۸۷). این در حالی است که یارانه‌های مربوط به آب، کود و آفت‌کش‌ها استفاده بیش از اندازه را تشویق می‌نماید (فتحی‌زاده، ۱۳۸۶). شواهد مهمی مبنی بر این که استفاده از سموم و کودهای شیمیایی قادر به ایجاد خطرهای جدی برای محیط و سلامت جامعه می‌باشد، وجود دارد. پیامدهای محیطی مربوط به کود بسیار مهم‌تر از اثرات محیطی استعمال سم می‌باشد. در عین حال، مشکلات عمومی مربوط به سموم شامل آلودگی آب‌های زیرزمینی، مشکلات مربوط به سلامت جامعه، زیان به محصولات و گونه‌هایی که مورد هدف نیستند و همچنین پایداری سموم می‌باشد. وجود آفت‌کش‌ها در آب‌های زیرزمینی برای انسان بسیار خطرناک است و سبب اختلالات ناهنجار در سیستم عصبی، غدد درون ریز و سیستم ایمنی بدن می‌شود. ترکیب آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی در آب‌های زیرزمینی سبب ایجاد موارد بسیار خطرناک‌تر در مقایسه با آثار تک‌تک این مواد می شود. آفت‌کش‌ها همچنین از طریق مکانیزم‌های مختلفی مانند ایجاد تغییرات مستقیم در DNA، جهش و آثار سمی روی سیستم ایمنی، سبب ایجاد سرطان می‌شوند (آملی دیوا و همکاران، ۱۳۸۶ به نقل از Sanderson et al, 1997; Osann et al, 1997).

تعیین الگوی بهینه کشت از مسایل مورد توجه در اقتصاد کشاورزی می باشد. هدف از تعیین الگوی بهینه، مشخص کردن ترکیبی از محصولات برای کشت در واحد زراعی یا منطقه با توجه به ویژگی های کشت محصولات مختلف، حجم تقاضا، منابع آب و خاک در دسترس، نیروی انسانی، سرمایه، تجهیزات کشاورزی و موارد مشابه دیگر به منظور حداکثر کردن تولید، سود و یا حفظ محیط زیست می باشد (رضایی و سروری نوبهار، ۱۳۹۱). در دهه های اخیر، حداکثر کردن رفاه اقتصادی کشاورزان مورد توجه متخصصین بوده است. این امر، موجب غفلت از پیامدهای محیط‌زیستی استفاده‌ی بی‌رویه از نهاده‌های کشاورزی هم چون آب و کودهای شیمیای شده است (صبوحی و خسروی، ۱۳۸۸).

مطالعات بسیاری در زمینه تعیین الگوی بهینه کشت در مناطق مختلف، با روش ها و اهداف گوناگون صورت گرفته است. که به چند نمونه از آنها اشاره می‌شود.

چیذری و قاسمی در مطالعه خود با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی امکان[1] (رویکرد فازی) در سناریوهای مختلف به تعیین الگوی بهینه کشت محصولات در ۱۰ هزار هکتار از اراضی آبی شمال استان فارس طی سال‌های ۸۱- ۱۳۷۵ پرداختند. آنها پیشنهاد کردند به منظور تطابق بیشتر مدل‌های برنامه‌ریزی با شرایط واقعی، از مدل‌های برنامه‌ریزی امکان استفاده شود (چیذری و قاسمی، ۱۳۸۴). منصوری و کهنسال، در مطالعه خود به تحلیل یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی ترتیبی برای تعیین الگوهای بهینه کشت و مقایسه آن‌ها به منظور دستیابی همزمان به اهداف اقتصادی کشاورز و اهداف محیط‌زیستی پرداخته اند. نتایج آنها نشان می‌دهد که با استفاده از این مدل برنامه ریزی، تصمیم‌گیری برای کشاورزان در شرایط نامناسب محیط‌زیستی تسهیل می‌شود، شرایط الگوی کشت به طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تری بهره‌برداری به عمل می آید (منصوری و کهنسال، ۱۳۸۶). صبوحی و خسروی، در مطالعه‌ای با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی و با در نظر

گرفتن مجموعه‌ای از اهداف اقتصادی و محیط‌زیستی به بهینه‌سازی الگوی کشت در منطقه زرقان پرداختند. این مدل، به زارعین این امکان را می‌دهد که هم‌زمان با به‌دست آوردن حداکثر درآمد اقتصادی، ملاحظات محیط‌زیستی را نیز برای جلوگیری از تخریب منابع در الگوی کشت خود لحاظ کنند. نتایج نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن ساختار اولویت‌بندی، مدیر واحد کشاورزی می‌تواند الگوی کشت را به طور نسبی بهبود بخشیده و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تری استفاده نماید (صبوحی و خسروی، ۱۳۸۸). رضایی و سروری نوبهار در پژوهش خود به تعیین الگوی بهینه کشت در استان خراسان رضوی با استراتژی محیط زیستی پرداختند. آنها با استفاده از الگوی الگوریتم ژنتیک، استراتژی محیط زیستی را به صورت حداقل کردن مصرف کود در نظر گرفتند و الگوی کشت در این منطقه را با رویکرد محیط‌زیستی تعیین نمودند (رضایی و سروری نوبهار، ۱۳۹۱).

عسگری و همکاران، در مطالعه خود به مقایسه توانایی رهیافت برنامه‌ریزی امکان در ارایه الگوی بهینه با رهیافت برنامه‌ریزی فازی پرداختند. آنها در تدوین مدل تخصیص بهینه ی زمین‌های کشاورزی در استان زنجان برای محصولات تحت مطالعه، اهداف سود خالص، آب، کود و نیروی کار، را به صورت فازی وارد مدل کردند. نتایج حاکی از آن است که با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل که ناشی از بی دقتی در اطلاعات است با نگرش و تفکر فازی، این بی‌دقتی تا حد زیادی برطرف می‌شود و شرایط الگوی کشت به طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تری استفاده می‌شود (عسگری و همکاران، ۱۳۹۱). پال و بیسواس، به تعیین الگوی بهینه کشت در کشاورزی با روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی پرداختند. آنها معتقد بودند که تصمیم‌گیری تخصیص مناسب زمین برای تولید محصولات کشاورزی بایستی براساس نیازهای جامعه صورت گیرد. آنها بیان می‌کنند که تصمیم‌گیرنده می‌تواند با استفاده از این مدل درجه‌ی اهمیت و اولویت هر یک از هدف‌ها را در نتایج به‌دست آمده از مدل دخالت دهد (Biswas and Pal, 2005). لی و همکاران، به منظور مدیریت تخصیص آب تحت شرایط عدم اطمینان، با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی تصادفی بازه‌ای به تخصیص آب در شرایط عدم اطمینان پرداختند. آنها نشان می‌دهند که مدل‌های برنامه‌ریزی بازه‌ای دارای سازگاری بیشتری با دنیای واقعی بوده و می‌توانند برای مسایل مدیریت تخصیص آب به عنوان یک مدل کاربردی مورد استفاده قرار گیرند و علاوه بر این، یک بینش و درک صحیح در مورد مبادله اهداف محیطزیستی و اقتصادی ایجاد می‌کنند (Li et al., 2006). دانشور کاخکی و همکاران الگوی کشت بهینه را در تایباد با هدف کاهش مخاطرات محیطی تعیین کردند. آنان از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی کسری چند هدفه فازی در مطالعه خود استفاده نمودند و به مقایسه این دو مدل پرداختند. آنها بیان کردند که مدل (FMOLFP)[۲] زمانی که علاوه بر اهداف اقتصادی، اهداف محیطزیستی مورد توجه است، می‌تواند به عنوان یک ابزار مؤثر برای الگوی بهینه کشت مورد استفاده قرار گیرد (Daneshvar Kakhki et al., 2009). اسدپور و همکاران، در مطالعه خود الگوی کشت بهینه را در دشت ناز ساری با به کار بردن مدل برنامه‌ریزی آرمانی(GP) تعیین نمودند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که تغییر الگوی کشت بر اساس پیشنهاد مدل می تواند درآمدهای ناخالص را به میزان ۳۳۶۱۰۰ ریال در هر هکتار افزایش دهد (Asadpoor et al., 2009). بوستانی و محمدی با استفاده از روش برنامه‌ریزی چند هدفه به منظور کاهش مصرف آب، به تعیین الگوی بهینه کشت در جهرم پرداختند. نتایج نشان داد مبادله‌ای میان کاهش مصرف آب، کاهش ریسک و سود ناخالص وجود دارد. همچنین، سیاست‌های اتخاذ شده در بازار محصولات می‌تواند میزان استفاده از آب را تغییر دهد (Boustani and Mohammadi, 2010).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهرستان ورامین از شهرستان‌های استان تهران در ۴۵ کیلومتری جنوب شرقی تهران بین طول شرقی ۴۲-۲۸-۵۱ تا ۴۹-۵۱ و عرض شمالی ۲-۳۵ تا ۲۵-۲۹-۳۵ واقع شده است. شهرستان ورامین با آب و هوایی نیمه خشک و بافت خاک لومی در جلگه صاف حاصل خیز واقع شده و از جنوب به دریاچه نمک، از مغرب به حسن‌آباد قم، از شمال به دامنه‌های جنوبی کوه البرز و از مشرق به گرمسار محدود شده است. وسعت کل حوزه آبخیز در حدود ۳۰۰۰ کیلومتر مربع می‌باشد. از کل اراضی دشت، حدود ۲۱۴۴ هکتار را پوسته‌های نمکی، حدود ۶۸ هزار هکتار را اراضی کشاورزی، ۱۹ هزار هکتار را اراضی مرتعی و ۱۱ هزار هکتار را اراضی مرطوب به خود اختصاص می‌دهند. عمده ترین

محصولاتی که در این منطقه کشت می‌شوند، عبارت از: گندم، جو، پنبه، سبزی و صیفی‌جات می باشد. اکثر کشاورزان در این منطقه برای آبیاری اراضی خود از روش‌های سنتی آبیاری مانند آبیاری غرقابی و نشتی استفاده می‌کنند و کشاورزانی که از سیستم‌های پیشرفته آبیاری استفاده می‌نمایند، بسیار اندک می‌باشند (زهتابیان ۱۳۷۵، رفیعی امام، ۱۳۸۲). با توجه به مطالب پیش گفته و آثار مخرب کودها، سموم و آفت کش‌ها، هدف از مطالعه حاضر، تعیین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی، با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی در منطقه ورامین است. در این پژوهش، سعی شده است تا الگوی بهینه با رویکرد محیطزیستی (استفاده حداقل از سموم و کودهای شیمیایی) تعیین شود.

روش پژوهش

امروزه، برنامه‌ریزی ریاضی، به ویژه برنامه‌ریزی خطی یکی از توسعه‌یافته‌ترین ابزارهای علم مدیریت است که به‌طور گسترده برای تخصیص بهینه منابع محدود، بین فعالیت‌های نامحدود مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل‌های برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری که در واقع نمایش ساده جهان واقعی هستند، تلاش می‌کنند تا عمده‌ترین ویژگی‌های تصمیم یا مساله مورد نظر را از طریق تجرید ریاضی ارایه نمایند. مدل‌های ریاضی با منظور نمودن امکانات و محدودیت‌های مختلف همچنین روابط متقابل بین فعالیت‌ها، قادرند که نتایج اقتصادی تصمیم های ممکن را برای مدیران ارزیابی نمایند.

مدل‌های ریاضی بر حسب درجه نزدیکی به واقعیت به چهار دسته به شرح زیر طبقه بندی می‌شوند (سلطانی و همکاران، ۱۳۷۸):

۱. مدل تمرین عملی
۲. مدل بازی
۳. مدل شبیه‌سازی
۴. مدل تحلیلی

مدل های تحلیلی و شبیه‌سازی نیز شامل چندین مدل مختلف می‌باشند که در یک محیط حتمیت، در دو گروه مدل‌های ارزیابی راهبرد و مدل‌های ایجاد راهبرد براساس جدول (۱)، طبقه بندی می‌شوند:

جدول(۱): طبقه‌بندی مدل‌های تحلیلی و شبیه‌سازی در یک محیط حتمیت (سلطانی و همکاران، ۱۳۷۸)

وضعیت	مدل‌های ارزیابی راهبرد	مدل‌های ایجاد راهبرد
	شبیه‌سازی قطعی	برنامه‌ریزی خطی
	مدل‌های اقتصاد سنجی	مدل‌های شبکه
حتمیت	سیستم معادلات همزمان	برنامه‌ریزی با اعداد صحیح و مختلط
	مدل‌های داده–ستانده	برنامه‌ریزی غیر خطی
		تیوری کنترل

در مدل های ارزیابی راهبرد، ابتدا گزینه‌ها ساخته می‌شوند و سپس به کمک مدل ارزیابی می‌شوند. در حالی که برای مدل های ایجاد راهبرد، گزینه‌های ممکن ابتدا به وسیله خود مدل ساخته می‌شوند و سپس بهترین آنها انتخاب می‌شود (سلطانی و همکاران، ۱۳۷۸). به دلیل این که مطالعه حاضر در راستای برنامه ریزی بخش کشاورزی صورت می‌گیرد، بنابراین، مدل‌های ایجاد راهبرد (مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی در این مطالعه) می‌توانند برای حل مسایل مدیریتی و تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گیرند.

از دلایل استفاده از مدل های برنامه‌ریزی در بهینه سازی الگوی کشت و تولید می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. وجود محدودیت منابع تولید
۲. امکان انتقال منابع
۳. وجود رقابت در کشت محصولات مختلف
۴. وجود تعامل سیستمی در بخش تولید
۵. لزوم مطالعه اقتصاد دستوری یا هنجاری[۳] در تدوین سیاست‌ها

همچنین دلایل استفاده از مدل های برنامه‌ریزی آرمانی عبارتند از:

۱. وجود اهداف غیر قابل جمع در بخش تولید از نظر کشاورزان و دولت
۲. تغییر در اهداف در طول زمان و امکان لحاظ نمودن آن در مدل
۳. عدم دسترسی به اقلام واقعی هزینه و درآمد، و امکان قرار دادن سطوح آرمانی آنها در مدل

۴. امکان اولویت‌گذاری اهداف و آرمان‌ها در مدل (اسدپور، ۱۳۸۲).

مدل برنامه‌ریزی آرمانی(۴)

فرض حداکثر یا حداقل نمودن هدف مساله، که در بسیاری از مسایل برنامه‌ریزی خطی به صورت یک تابع نوشته می‌شود، نمی‌تواند همیشه واقعیت داشته باشد. در دنیای حقیقی حل بسیاری از مسایل به بهینه سازی چندین هدف به‌طور توأم در یک زمان نیازمند است. روش برنامه ریزی خطی نمی‌تواند چندین هدف توأم را بهینه نماید (لاری، ۱۳۷۷). مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای مد نظر قرار دادن چندین هدف توسط چارنز و کوپر در سال ۱۹۶۱، طراحی شده است (چیذری و همکاران، ۱۳۸۵). فلسفه و حرکت پایه ای در برنامه‌ریزی آرمانی این است که برای هر یک از اهداف، یک مقدار هدف مشخص عددی تعیین شده، سپس برای هر یک از اهداف یک تابع هدف تدوین شود. در این حالت، مساله در جستجوی جوابی است که بتواند مجموع انحرافات موزون از این اعداد را به حداقل برساند (لاری، ۱۳۷۷). در این نوع برنامه‌ریزی، اهداف می توانند مکمل یا متفاوت باشند. در تابع هدف مدل برنامه‌ریزی آرمانی الزامی برای همگن بودن واحدهای متغیرها وجود ندارد (چیذری و همکاران، ۱۳۸۵). در مسایل برنامه‌ریزی آرمانی به طور معمول سه نوع تابع هدف وجود دارد (کرامت‌زاده، ۱۳۸۴ به نقل از: Hillier, 1995).

۱. یک هدف کرانه پایین که مقدار به دست آمده برای هدف مذکور بایستی بالاتر از آن باشد.
۲. یک هدف کرانه بالا که مقدار به دست آمده برای هدف مذکور بایستی پایین‌تر از آن باشد.
۳. دو هدف کرانه بالا و پایین که مقدار هدف باید در آن دامنه تغییر نماید.

در این مدل، اهداف بر مبنای اولویت رتبه‌بندی می‌شوند و پراکندگی از هدف یا اهداف موردنظر با توجه به محدودیت‌های موجود، حداقل می‌شود.

برای حل مدل برنامه‌ریزی آرمانی از دو روش استفاده می‌شود:

۱. روش رتبه‌ای (Cardinal)
۲. روش شمارشی (Ordinal)

در روش رتبه‌ای، آرمان ها اولویت‌بندی می‌شوند و ابتدا مدل با آرمان اول حل می‌گردد و سپس در صورت موجود بودن منابع، برای رسیدن به آرمان دوم، تابع هدف اولیه به صورت محدودیت مد نظر قرار می‌گیرد و آرمان دوم در مدل وارد می‌شود. در روش شمارشی به هر یک از آرمان‌ها با توجه به اولویتشان، وزن داده می‌شود و همه آرمان ها با هم در مدل قرار می‌گیرند (چیذری و همکاران، ۱۳۸۵). در روش وزن دادن، برای نشان دادن درجه اهمیت هر آرمان، به متغیرهای انحرافی در تابع هدف وزن‌هایی متناسب با اهمیت آن آرمان داده می شود. روش‌های گوناگون و متعددی برای تعیین وزن به منظور نشان دادن درجه اهمیت و اولویت هر آرمان در مدل برنامه‌ریزی آرمانی وجود دارد که برخی از آنها شامل، AHP، Taxonomy، Topsis، Electre، آنتروپی، معیار دو قطبی و نرم اقلیدسی می‌باشد (Czyzak and Slowinski, 1991). در مطالعه حاضر، از روش رتبه‌ای (Cardinal) برای حل مدل استفاده شده است.

فرم کلی و استاندارد مدل برنامه ریزی آرمانی به صورت زیر است که در آن فرض بر این است که k هدف ناسازگار با هم وجود دارد و اهداف چندگانه، ترکیب خطی از n متغیر بوده و m منبع در آن استفاده می‌شود (چیذری و همکاران، ۱۳۸۴).

$$Min\ D=\sum_{j=1}^{k} h_j\left(d_j^- + d_j^+\right) \qquad (۱)$$

$$s.t: \qquad (۲)$$

$$g_i(X)\le b_i \qquad i=1,2,3,\dots,m \qquad (۳)$$

$$f_j(X)+d_j^- - d_j^+ = b_j \qquad j=1,2,3,\dots,n$$

$$X, d_j^-, d_j^+ \ge 0 \qquad (۴)$$

$$d_j^- . d_j^+ = 0 \qquad (۵)$$

که در این مدل:

h_j : مشخص‌کننده آرمان jام؛

$h_j\left(d_j^- + d_j^+\right)$: تابع انحراف از هدف (آرمان) jام؛

$g_i(X)$: تابع منابع iام استفاده شده برای فعالیت‌های مختلف تولیدی x؛

b_i: میزان موجودی منبع iام؛

$f_j(X)$: تابع هدف jام حاصل از فعالیت‌های مختلف تولیدی x؛

d_j^+: معرف متغیر مازاد؛

d_j^-: معرف متغیر کمبود.

به طورکلی، مراحل انجام مدل برنامه‌ریزی آرمانی را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد (کرامت‌زاده، ۱۳۸۴ و چیذری و همکاران، ۱۳۸۵):

۱. تعریف متغیرهای تصمیم‌گیری
۲. تعیین محدودیت‌های مدل
۳. تعیین مدل کالیبره و برآورد میزان منابع در شرایط موجود
۴. تعیین آرمان‌ها و مشخص نمودن اولویت‌های آرمان‌ها
۵. تعیین متغیرهای انحراف مثبت و منفی هر آرمان
۶. تعیین تابع هدف بر حسب حداقل‌سازی متغیرهای مربوط به انحراف.

مدل برنامه‌ریزی آرمانی مطالعه حاضر بر اساس فرآیند فوق صورت گرفته است که در زیر تشریح می‌شود.

معرفی متغیرهای تصمیم

در این مدل، i نشان‌دهنده نوع محصول کشت شده می‌باشد، به طوری‌که (i=1, 2, … , 7) و به ترتیب نشان‌دهنده: گندم، جو، ذرت علوفه‌ای، یونجه، خیار، گوجه فرنگی و کاهو می‌باشد. سایر نمادها و متغیرهای مورد استفاده در مدل، به شرح جدول (۲) می‌باشند:

جدول (۲): معرفی متغیرهای تصمیم مورد استفاده در مطالعه

ردیف	معرفی متغیر	ردیف	معرفی متغیر
۱	X_i : سطح زیر کشت محصول iام	۱۵	**To:** میزان کل کود اوره مصرفی در منطقه بر اساس محصولی که حداقل مصرف را دارد
۲	**TX:** کل سطح زیر کشت محصولات در منطقه	۱۶	p_i: میزان کودپتاس مورد نیاز در هر هکتار برای محصول iام
۳	MX_i: حداقل سطح زیر کشت محصول iام در منطقه	۱۷	**Tp:** میزان کل کودپتاس مصرفی در منطقه بر اساس محصولی که حداقل مصرف را دارد
۴	w_i: میزان آب مورد نیاز در هر هکتار برای محصول iام	۱۸	h_i: میزان کود حیوانی مورد نیاز در هر هکتار برای محصول iام
۵	**Tw:** میزان کل آب قابل دسترس محصولات در منطقه	۱۹	**Th:** میزان کل کود حیوانی قابل دسترس در منطقه
۶	i_i: سرمایه نقدی مورد نیاز در هر هکتار برای محصول iام	۲۰	a_i: میزان علف‌کش مورد نیاز در هر هکتار برای محصول iام
۷	**Ti:** کل سرمایه نقدی در دسترس	۲۱	**Ta:** میزان کل علف‌کش مصرفی در منطقه بر اساس محصولی که حداقل مصرف را دارد
۸	pr_i: سود حاصل از هر هکتار کشت محصول iام	۲۲	q_i: میزان قارچ‌کش مورد نیاز در هر هکتار برای محصول iام
۹	**Tpr:** حداکثر سود حاصل از کشت محصولات در منطقه (که از حل مدل برنامه‌ریزی خطی با هدف حداکثرسازی سود به دست آمده است)	۲۳	**Tq:** میزان کل قارچ کش مصرفی در منطقه بر اساس محصولی که حداقل مصرف را دارد
۱۰	l_i: میزان نیروی کار مورد نیاز در هر هکتار برای محصول iام	۲۴	in_i: میزان حشره‌کش مورد نیاز در هر هکتار برای محصول iام
۱۱	**Tl:** میزان کل نیروی کار قابل دسترس در منطقه	۲۵	**Tin:** میزان کل حشره‌کش مصرفی در منطقه بر اساس محصولی که حداقل مصرف را دارد
۱۲	f_i: میزان کود فسفات مورد نیاز در هر هکتار برای محصول iام	۲۶	d_r^+: انحراف مثبت از آرمان rام
۱۳	**Tf:** میزان کل کود فسفات مصرفی در منطقه بر اساس محصولی که حداقل مصرف را دارد	۲۷	d_r^-: انحراف منفی از آرمان rام.
۱۴	o_i: میزان کود اوره مورد نیاز در هر هکتار برای محصول iام		

محدودیت‌های مدل

محدودیت‌های مساله مربوط به منابع مورد استفاده در منطقه می‌باشد. در این مطالعه محدودیت‌های زیر وارد مدل شده است.

۱- محدودیت سطح زیر کشت:

الف- محدودیت سطح زیر کشت در منطقه :

$$\sum_{i=1}^{7} X_i \le TX \qquad (۶)$$

ب- محدودیت حداقل سطح زیر کشت برای تک‌تک محصولات:

$$X_i \ge MX_i \qquad i = 1, 2, \ldots, 7 \qquad (۷)$$

۲- محدودیت نیروی کار:

$$\sum_{i=1}^{7} l_i X_i \le Tl \qquad (۸)$$

۳- محدودیت آب:

$$\sum_{i=1}^{7} w_i X_i \le Tw \qquad (۹)$$

۴- محدودیت سرمایه نقدی:

$$\sum_{i=1}^{7} i_i X_i \le Ti \qquad (۱۰)$$

۵- محدودیت کود حیوانی:

$$\sum_{i=1}^{7} h_i X_i \le Th \qquad (۱۱)$$

اهداف مدل

در مدل برنامه‌ریزی آرمانی تابع هدف به صورت حداقل‌سازی متغیرهای انحرافی به شکل‌های مختلف، برای رسیدن به آرمان های مورد نظر است. الگوی برنامه‌ریزی آرمانی مورد مطالعه در چند مرحله با توجه به آرمان های مورد نظر حل شده است. آرمان‌های مورد نظر در این مطالعه به صورت زیر تعریف شده‌اند:

۱- آرمان دستیابی به حداکثر سود:

$$\sum_{i=1}^{7} pr_i X_i + d_r^- - d_r^+ = Tpr \qquad (۱۲)$$

۲- آرمان دستیابی به حداقل مصرف سموم شیمیایی:

الف- آرمان دستیابی به حداقل مصرف علف‌کش:

$$\sum_{i=1}^{7} a_i X_i + d_r^- - d_r^+ = Ta \qquad (۱۳)$$

ب- آرمان دستیابی به حداقل مصرف حشره‌کش:

$$\sum_{i=1}^{7} in_i X_i + d_r^- - d_r^+ = Tin \qquad (۱۴)$$

ج- آرمان دستیابی به حداقل مصرف قارچ‌کش:

$$\sum_{i=1}^{7} q_i X_i + d_r^- - d_r^+ = Tq \qquad (۱۵)$$

۳- آرمان دستیابی به حداقل مصرف کودهای شیمیایی:

الف- آرمان دستیابی به حداقل مصرف کود فسفات:

$$\sum_{i=1}^{7} f_i X_i + d_r^- - d_r^+ = Tf \qquad (۱۶)$$

ب- آرمان دستیابی به حداقل مصرف کود اوره:

$$\sum_{i=1}^{7} o_i X_i + d_r^- - d_r^+ = To \qquad (۱۷)$$

ج- آرمان دستیابی به حداقل مصرف کود پتاس:

$$\sum_{i=1}^{7} p_i X_i + d_r^- - d_r^+ = Tp \qquad (۱۸)$$

متغیرهای انحراف مثبت (d_r^+) و منفی (d_r^-) هر آرمان با توجه به نوع آرمان، حداکثرسازی یا حداقل‌سازی است. ترتیب و اولویت این آرمان‌ها در قسمت بعد مورد بحث قرار می‌گیرد.

آمار و اطلاعات مربوط به میزان تولیدکل، سطح زیر کشت، عملکرد در هکتار، هزینه های تولید و ... هر یک از محصولات مورد مطالعه از آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ به‌دست آمد. لازم به ذکر است، اطلاعات مورد نظر هر ساله از طریق تکمیل پرسشنامه‌هایی، توسط جهاد کشاورزی شهرستان ورامین گردآوری می‌شوند. آمار مربوط به سطح زیر کشت محصولات در ۸ سال گذشته نیز از سازمان جهاد کشاورزی استان تهران به دست آمده است. برای حل مدل آرمانی مورد مطالعه، از بستهٔ نرم‌افزاری LINDO استفاده شد.

یافته‌ها

برای به دست آوردن مقدار سمت راست آرمان سود، حداکثر سود حاصل از کشت محصولات در منطقه با حل مدل برنامه‌ریزی خطی (LP)[۵] با هدف حداکثرسازی سود به دست آمد. همچنین در محدودیت مربوط به سطح زیر کشت محصولات، حداقل سطح زیر کشت محصولات در هشت سال گذشته (از سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ تا سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷) به عنوان حداقل سطح زیر کشت محصولات در نظر گرفته شد که باید در منطقه کشت گردد. برای کودهای شیمیایی و سموم نیز میزان مصرف کل از هر کدام در منطقه، بر اساس محصولی که حداقل مصرف را دارد محاسبه شد. بدین صورت که میزان مصرف (در هکتار)، محصولی که کمترین استفاده را از کودها و سموم دارد در سطح

زیر کشت منطقه ضرب شد تا استفاده حداقل از آنها مد نظر قرار گیرد. همان‌طور که ذکر شد، در این مطالعه از روش رتبه‌ای (Cardinal) برای حل مدل استفاده شده است. ابتدا، آرمان ها براساس اهداف مطالعه اولویت‌بندی شدند و مدل با آرمان اول حل شد، سپس برای رسیدن به آرمان دوم، تابع هدف اولیه به صورت محدودیت مد نظر قرارگرفت و آرمان دوم در مدل وارد شد و الی آخر. اولویت‌بندی آرمان ها در پژوهش حاضر، به ترتیب زیر انجام شد:

۱. آرمان دستیابی به سطح مطلوب مصرف کود فسفات
۲. آرمان دستیابی به سطح مطلوب مصرف کود اوره
۳. آرمان دستیابی به سطح مطلوب مصرف کود پتاس
۴. آرمان دستیابی به سطح مطلوب مصرف علف‌کش
۵. آرمان دستیابی به سطح مطلوب مصرف حشره‌کش
۶. آرمان دستیابی به سطح مطلوب مصرف قارچ‌کش
۷. آرمان دستیابی به سطح مطلوب سود

در این مطالعه، آرمان دستیابی به سطح مطلوب سود در اولویت آخر و پس از آرمان‌های محیط‌زیستی قرار گرفته است. نتایج مدل برنامه‌ریزی آرمانی برای الگوی بهینه کشت در دشت ورامین، با رویکرد محیط زیستی همراه با شرایط حداقل سطح زیر کشت محصولات و شرایط فعلی کشت (سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷) در جدول (۳)، خلاصه شده است. نتایج نشان می‌دهد: در صورتی که الگوی کشت بر اساس کمترین مقدار استفاده از کودها (فسفات، اوره و پتاس) و سموم شیمیایی (علف‌کش، قارچ‌کش و حشره‌کش) صورت گیرد، باید در منطقه به ترتیب جو، گندم، یونجه، گوجه‌فرنگی، ذرت علوفه‌ای، خیار و کاهو کشت شود. نتایج بیان می‌کند: در این حالت سطح زیر کشت منطقه از ۵۱۵۲۰ هکتار به ۳۵۵۳۴/۳۳ کاهش می‌یابد. در صورتی که الگوی کشت منطقه مطابق با رویکرد حمایت از محیط‌زیست صورت گیرد، کم‌ترین آسیب به محیط‌زیست منطقه (زمین‌های کشاورزی، آب‌های زیرزمینی و ...) وارد می‌شود.

جدول (۳): مقایسه شرایط حداقل سطح زیر کشت و الگوی کشت فعلی با الگوی کشت بهینه در مدل آرمانی (یافته‌های تحقیق)

ردیف	نام محصول	شرایط حداقل سطح زیر کشت (کمترین میزان در ۸ سال گذشته)	شرایط فعلی (سال زراعی ۸۸-۸۷)	شرایط بهینه با رویکرد محیط‌زیستی (در مدل برنامه‌ریزی آرمانی قطعی)
۱	گندم	۱۱۵۰۳	۱۵۶۵۰	۱۱۵۰۳
۲	جو	۱۴۳۴۱	۱۶۸۶۰	۱۴۳۴۱
۳	ذرت علوفه‌ای	۷۴۴	۹۲۵۰	۷۴۴
۴	یونجه	۲۱۵۸	۳۴۰۰	۷۷۴۹/۳۳
۵	خیار	۲۳۶	۲۷۰۰	۲۳۶
۶	گوجه فرنگی	۹۵۸	۱۷۶۰	۹۵۸
۷	کاهو	۳	۱۹۰۰	۳
	جمع (هکتار)	۲۹۹۴۳	۵۱۵۲۰	۳۵۵۳۴/۳۳

بر اساس نتایج در رویکرد محیط زیستی، میزان سطح زیر کشت همه محصولات به غیر از یونجه مطابق با شرایط حداقل سطح زیر کشت از محصولات می باشد. همچنین، ترتیب کشت از بیشترین سطح زیر کشت به کم‌ترین در دو حالت فوق یکسان می باشد، ولی با شرایط سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ متفاوت است. اختلاف موجود بین الگوی کشت فعلی (سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷) و الگوی بهینه با رویکرد محیط زیستی، بیان کننده تأثیرگذار بودن اعمال محدودیت‌های محیط‌زیستی در مصرف کودها و سموم می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه، توجه به محیط‌زیست یکی از اولویت‌های مهم در بسیاری از کشورها می‌باشد. از این‌رو، پرداختن به این مساله بسیار ضروری به نظر می‌رسد. آلودگی‌های محیط‌زیستی که بخش کشاورزی به وجود می‌آورد، بیشتر به علت استفاده زیاد از سموم و کودهای شیمیایی در زیر بخش زراعت است. در نتیجه، در این مطالعه با استفاده از مدل برنامه ریزی آرمانی، مقدار بهینه سطح زیر کشت محصولات در دشت ورامین در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ و با توجه به آرمان‌های محیط‌زیستی تعیین شده است.

بر اساس یافته‌های مدل، این نتیجه حاصل می‌شود که با توجه به اولویت‌های محیط‌زیستی، تنها باید کشت یونجه افزایش یافته و بقیه محصولات کاهش یابد. نکته حایز اهمیت در این یافته ها این است که کشت محصولات جالیزی مانند کاهو، گوجه فرنگی و خیار بایستی بیش از بقیه کاهش یابد. به این علت که این محصولات به خاطر مصرف سموم و کود شیمیایی زیادتر، بالاترین زیان‌های محیط زیستی را به بار می‌آورند و در نتیجه کاهش سطح زیر کشت آنها توصیه می‌شود. سطح زیر کشت گروه غلات؛ گندم، جو و ذرت علوفه‌ای نیز کاهش می‌یابد، اما در مقایسه با محصولات جالیزی نسبت کم‌تری می‌باشد. یونجه به علت این که کمترین مصرف از کودهای شیمیایی و سموم را دارد، مناسب‌ترین گزینه برای افزایش در کاشت به شمار می‌رود. در نتیجه، در منطقه مورد نظر که بیشتر با مساله محیط‌زیستی نیز مواجه می‌باشد، افزایش در کشت این محصول و جایگزینی آن با سایر محصولات توصیه می‌شود. در مطالعه صبوحی و خسروی، در ساختار محیط زیستی که اهداف محیط زیستی نسبت به اهداف اقتصادی در اولویت قرار می‌گیرند، در هر سه مزرعه نمایندهٔ کوچک، متوسط و بزرگ در منطقه زرقان، سطح زیر کشت نسبت به سطح زیر کشت فعلی کاهش می یابد. در این الگو، پیاز از الگوی پیشنهادی حذف و چغندرقند دارای بیشترین سطح زیر کشت است (صبوحی و خسروی، ۱۳۸۸). در مطالعه منصوری و کهنسال، در هر دو ساختار مدل برنامه ریزی آرمانی (ساختار اقتصادی و ساختار محیط زیستی) سطح زیر کشت گندم، جو و یونجه یکسان می‌باشد و از سوی دیگر در ساختار محیط‌زیستی سیب‌زمینی، چغندرقند و سویا از الگوی پیشنهادی حذف می شود. همچنین، در ساختار اقتصادی سطح زیر کشت ۱۰۲/۲۹ هکتار اما در ساختار محیط زیستی ۷۲/۸۲ می باشد که تفاوت عمده‌ای بین دو ساختار وجود دارد (منصوری و کهنسال، ۱۳۸۶). نتیجه مطالعه حاضر از نظر این که در ساختار و رویکرد محیط‌زیستی سطح زیر کشت نسبت به شرایط فعلی کاهش می یابد، با مطالعات فوق مطابقت دارد. هر چند در واقعیت، دستیابی به نتایج این‌گونه مطالعات در دنیای واقعی ناممکن به نظر می‌رسد. ولی، اکثر کشورها به آثار زیان بار و مخرب که استعمال نادرست سموم و کودهای شیمیایی بر محیط‌زیست و سلامت افراد می گذارند، پی برده و در جهت کاهش یا حذف مصرف کود و سموم تلاش می نمایند. در این راستا، جهت نیل به اهداف توسعه‌ی پایدار کشاورزی برای کاهش مصرف کودها و سموم شیمیایی و تأمین غذایی سالم در بخش کشاورزی می‌توان کشاورزان را به مصرف کمتر این مواد شیمیایی و استفاده از کودهای آلی و مبارزه بیولوژیک با آفات و حشرات تشویق کرد. در پایان لازم به ذکر است که بایستی به الگوی کشت و تناوب زراعی نیز توجه نمود و با استفاده برنامه‌های ترویجی الگوی کشت را به سمت یک الگوی کشت پایدار سوق داد، به نحوی که در آن خسارت‌های محیط‌زیستی به حداقل برسد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود: برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران بخش کشاورزی و حامیان محیط‌زیست، با استفاده از راه‌کارهای ترویجی و تشویقی برای رسیدن به این اهداف تلاش نمایند و با حمایت از تحقیقات در بخش کشاورزی زمینه را برای تولید ارقامی پربازده بدون نیاز به کود فراهم نمایند. همچنین، با حمایت از تولیدکنندگان محصولات ارگانیک زمینه را برای افزایش تولید این محصولات فراهم نمایند.

یادداشت‌ها

1. Possibility Programming
2. Fuzzy Multi- Objective Linear Fractional Programming
3. Normative Economics
4. Goal Programming Model
5. Linear Programming

فهرست منابع

اسدپور، ح. ۱۳۸۲. کاربرد مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی قطعی و فازی در مطالعه اقتصادی سیاست‌های کشاورزی بخش کشاورزی بخش زراعت شرق استان مازندران. رساله دکتری رشته اقتصادکشاورزی. چاپ نشده، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

آملی‌دیوا، ح.؛ علیشاهی، م. و بهرامی‌مهنه، ف. ۱۳۸۶. سیاست‌گذاری نهاده‌ها و اثرات آن بر محیط‌زیست (با تأکید بر یارانه‌های کود و سم). مجموعه مقالات ششمین کنفرانس اقتصادکشاورزی ایران، مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد.

جمشیدی، مژگان. ۱۳۸۷. مصرف بی‌رویه کود شیمیایی، محیط‌زیست و سلامت مردم را هدف قرار داده است (خیمه سرطان در شمال ایران). روزنامه اعتماد ملی، ۲۶ آذر، شماره ۸۱۵، ص۹.

چیذری، ا.؛ شرزه‌ای، غ. و کرامت‌زاده، ع. ۱۳۸۴. تعیین ارزش اقتصادی آب با رهیافت برنامه‌ریزی آرمانی (مطالعه موردی: سد بارزو شیروان). مجله تحقیقات اقتصادی. ۷۱: صص ۶۶-۳۹.

چیذری، ا. و قاسمی، ع. ۱۳۸۴. برنامه ریزی تولید محصولات زراعی در شرایط نبود قطعیت (رویکرد فازی: نظریه امکان). اقتصاد کشاورزی و توسعه. صص ۱۳۱-۱۴۷.

چیذری، ا.؛ یوسفی، ع. و موسوی، س. ح. ۱۳۸۵. بررسی بازارهای هدف صادراتی گیاهان زینتی ایران. اقتصادکشاورزی و توسعه. ۵۵: صص ۶۶-۴۷.

رضایی، ز. و سروری نوبهار، ا. ۱۳۹۱. تعیین الگوی کشت تحت استراتژی زیست‌محیطی با کاربرد الگوریتم ژنتیک (مطالعه موردی مشهد). مجموعه مقالات اولین همایش ملی بیابان (علوم، فنون و توسعه پایدار)، کرج: پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

رفیعی امام، ع. ۱۳۸۲. بررسی بیابان‌زدایی دشت ورامین با تکیه بر مسایل آب و خاک. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. چاپ نشده، دانشگاه تهران.

زهتابیان، غ. ۱۳۷۵. بررسی چگونگی هدر رفت آب و آبیاری در حاشیه بیابان ورامین. مجله بیابان. ۱: صص ۳۷-۱۹.

سلطانی، غ.؛ زیبایی، م. و کهخا، ا. ۱۳۷۸. کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در کشاورزی. تهران. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

صبوحی، م. و خسروی، م. ۱۳۸۸. مقایسه‌ی الگوی بهینه‌ی کشت اقتصادی و زیست محیطی در دشت زرقان فارس. مجله علمی-پژوهشی علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. ۱۱: صص ۷۰-۶۱.

عسگری، ا.؛ نجاری، ج.؛ سالارپور، م.؛ صبوحی، م. و حسنلو، س. ۱۳۹۱. برنامه ریزی محصولات زراعی با هدف تعیین الگوی کشت با استفاده از رهیافت برنامه ریزی آرمانی فازی. مجموعه مقالات هشتمین کنفرانس دوسالانه اقتصادکشاورزی ایران، شیراز: دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز.

فتحی‌زاده، ا. ه. ۱۳۸۶. تجارت و محیط زیست. تهران. دفتر نمایندگی تام‌الاختیار تجاری جمهوری اسلامی ایران.

کرامت‌زاده، ع. ۱۳۸۴. تعیین ارزش اقتصادی و تخصیص آب سد بارزو شیروان با توجه به الگوی کشت بهینه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته اقتصادکشاورزی. چاپ نشده، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.

لاری، ع. ۱۳۷۷. کاربرد مدل‌های شبکه در بهینه‌سازی. تهران. کانون فرهنگی انتشاراتی سایه نما.

منصوری، ه. و کهنسال، م. ۱۳۸۶. تعیین الگوی بهینه کشت زراعی بر اساس دو دیدگاه اقتصادی و محیط زیستی. مجموعه مقالات ششمین کنفرانس دوسالانه اقتصادکشاورزی ایران، مشهد: دانشگاه فردوسی مشهد.

Asadpoor, H.; Alipour, A.; Shabestani, M. & Bagherian Paeenafrakoti, S. 2009. Designing a Multi-objective Decision Making Model to Determine the Optimal Cultivation Pattern in Dasht-e Naz Region in Sari City. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 5: pp 592-598.

Biswas, A. & Pal, B. B. 2005. Application of fuzzy goal programming technique to land use planning in agricultural system. The International Journal of Management Science. Omega 33: pp 391-398.

Boustani, F. & Mohammadi, H. 2010. Determination of Optimal Cropping Pattern Due to Water Deficit: A Case Study in the South of Iran. American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 7 (5): pp 591-595.

Czyzak, P. & Slowinski, R. 1991. Solving multi-objective diet optimization problem under uncertainty, Multiple Criteria Decision Support (Springer-verlag, Heidelberg).

Daneshvar Kakhki, M.; Sahnoushi, N.; Salehi, R. & 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): pp 305-310.

Li, Y. P.; Huang, G. H. & Nie, S. L. 2006. An interval-parameter multi- stage stochastic programming model for water resource management under uncertainty. Advances in Water Resources. 29: pp 776-789.