

تلفیق الگوی برنامه ریزی آرمانی چی‌بی‌شف و فوکوس-لاس

جهت تعیین برنامه زراعی

محمدحسین کریم

دانشیار دانشگاه خوارزمی، irda87@gmail.com

علی سردار شهرکی

استادیار دانشگاه سیستان و بلوچستان، a.shahraki65@gmail.com

ندا علی احمدی

دانشجو دکتری دانشگاه سیستان و بلوچستان، Ahmadi_15877@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۶/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۱۱

چکیده

بخش کشاورزی نقش اساسی و زیربنایی در اقتصاد ملی هر کشوری دارد. امروزه متدهایی که برای تعیین الگوی کشت توأم با ریسک برای محصولات زراعی بکار می‌روند، اغلب در جهت افزایش رفاه کشاورزان و حداکثرسازی سود آنها قدم برمی‌دارند. در مطالعه حاضر، هدف تدوین الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی در شرایط ریسکی در منطقه سیستان در استان سیستان و بلوچستان براساس داده‌های مقطعی ۹۶-۱۳۹۵ می‌باشد. برای این منظور، از مدل تلفیقی برنامه ریزی آرمانی چی‌بی‌شف و مدل فوکوس-لاس شد. نتایج نشان داد که در زمین‌های بیش از ۳ هکتار مقدار درآمد ناخالص، در مناطق زابل، زهک و هیرمند به ترتیب ۱۹۵۴۵۶۷، ۱۳۲۴۵۶۸ و ۱۲۴۵۷۵۱ تومان و لاس در منطقه زابل و هیرمند به ترتیب ۳۵۱۲۵۴ و ۲۵۳۶۹۸/۴ تومان در هکتار می‌باشد و این نتایج نشان دهنده این است که با افزایش سطح زیرکشت مزارع الگوهای تولید با چند محصول محدود را انتخاب می‌کنند و هرچه مزرعه کوچکتر شود برای کاهش ریسک درآمدی خود تنوع محصولات کشت شده را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر با افزایش سطح زیرکشت مقدار مصرف آب کمتر شده و درآمد ناخالص افزایش می‌یابد. در همه مزارع نمونه درآمد ناخالص بدست آمده بیش از نیاز خانوار برای نیازهای اولیه بوده و با استفاده از آن می‌تواند سرمایه گذاری بیشتری انجام دهد. پیشنهاد می‌گردد که با اجرای سیاست یکپارچه سازی مزارع کوچک در منطقه سیستان، درآمد ناخالص کشاورزان را افزایش داده و همچنین موجب استفاده بهینه از نهاده‌ها می‌شود.

واژه‌های کلیدی: الگوی کشت بهینه، ریسک، تلفیق برنامه‌ریزی آرمانی چی‌بی‌شف و مدل فوکوس-لاس.

طبقه بندی JEL: Q12، C13، C21.

۱- مقدمه

افزایش جمعیت جهان منجر به زیاد شدن تقاضا برای محصولات کشاورزی شده و کمبود منابع تولید باعث شده است تا بهینه‌سازی مصرف منابع اهمیت زیادی پیدا کند (ریس و همکاران^۱، ۲۰۱۸). از این رو برنامه‌ریزان سعی بر آن دارند تا در مورد تخصیص منابع موجود برای یک دوره معین به طور عقلایی تصمیم گیرند؛ و از این رهگذر مانع اتلاف منابع شده و تخصیص به نحو مطلوب صورت پذیرد (اسدی و سلطانی^۲، ۱۳۷۹؛ تیان و همکاران^۳، ۲۰۱۸). همچنین با وجود چنین شرایطی، افزایش بهره‌وری استفاده از منابع محدود و کمیاب، انکار ناپذیر است (محمودی و همکاران^۴، ۱۳۹۱؛ دیویس و همکاران^۵، ۲۰۱۷). یکی از راه‌های مناسب برای افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی، اصلاح الگوی کشت محصولات با توجه معیارهای اقتصادی در مناطق مختلف و همچنین با در نظر گرفتن محدودیت‌های فنی و عوامل تولید است (داپلر و همکاران^۶، ۲۰۰۲؛ رستگاری‌پور و صبوچی‌صابونی^۷، ۱۳۹۱؛ دجیدو و شیفرآو^۸، ۲۰۱۸). بنابراین استفاده از روش‌های اصولی و علمی در مدیریت و نحوه بهره‌برداری اقتصادی از واحدهای تولیدی در کشاورزی الزامی می‌باشد. زیرا، عدم استفاده از این روش‌ها موجب آسیب‌های اقتصادی و عدم کارایی واحدهای تولید می‌گردد. یکی از ابزارهای مدیریتی که در چند سال اخیر برای تعیین برنامه بهینه در کشاورزی مورد توجه اقتصاددانان بوده است، کاربرد مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی می‌باشد (محمودی و صبوچی^۹، ۱۳۸۶؛ لی و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۷).

در راستای اهداف برنامه چهارم توسعه مبتنی بر افزایش تولید محصولات کشاورزی طراحی درست الگوی کشت با هدف دستیابی به بالاترین میزان تولید و افزایش درآمد

¹ Rees et al.

² Asadi & Soltani (2000)

³ Tian et al.

⁴ Mohamadi et al. (2012)

⁵ Davis et al.

⁶ Doppler et al.

⁷ Rastegaripour & Sabouhi Sabouni (2010)

⁸ Djido & Shiferaw

⁹ Mahmoodi & Sabohi (2007)

¹⁰ Li et al.

ضروری است (جعفرزاده و همکاران^۱، ۱۳۹۵). طراحی الگوی کشت باید به نحوی انجام گیرد تا علاوه بر استفاده از ظرفیت‌های موجود، قسمتی از نیازهای منطقه‌ای و ملی رفع شود (سالیانی^۲، ۱۹۹۶). براساس تعریف وزارت جهاد کشاورزی الگوی کشت عبارتست از تعیین یک نظام کشاورزی با مزیت اقتصادی پایدار براساس سیاست‌های کلان کشور، دانش بومی کشاورزان و بهره‌گیری بهینه و تولید محصولات کشاورزی با حفظ محیط زیست می‌باشد. از طرفی دیگر عدم توجه به الگوی کشت باعث عدم تأمین امنیت غذایی در کشور و همچنین عدم بهره‌وری از نهاده‌های تولید می‌شود (میرزایی و همکاران^۳، ۱۳۹۶). برای حفظ و نگهداری منابع پایدار در کشاورزی انتخاب الگوی کشت بهینه که علاوه بر داشتن در آمد برای کشاورز به استفاده صحیح و اصولی از منابع توجه شود، لازم و ضروری است (رث و همکاران^۴، ۲۰۱۸). از جمله مزایای اجرای کشت می-توان به مواردی چون حفاظت از منابع و افزایش بهره‌وری عوامل تولید، مصرف بهینه نهاده‌ها در جهت الگوی کشت، پایداری تولید با توجه به آب و هوای کشور و کاهش اثرات سوء خشکسالی نام برد (طالبی^۵، ۱۳۹۱). جهت تعیین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی و باغی در یک منطقه از مدل‌های برنامه‌ریزی استفاده می‌شود. برنامه ریزی خطی و آرمانی متدهای مبتنی بر اصول مدل‌های ریاضی هستند که در تجزیه و تحلیل در تصمیم‌گیری‌های نهایی مدیران واحدهای کشاورزی کاربرد دارند (منصوری و کهنسال^۶، ۱۳۸۶؛ میرزایی و ضیایی^۷، ۱۳۹۵؛ دقیقی و همکاران^۸، ۲۰۱۷).

از طرف دیگر کشاورزان در برنامه‌ریزی زراعی خود دارای اهداف چندگانه می‌باشند. این اهداف در بعضی مواقع با هم متضاد و حتی متناقض می‌باشد؛ و تخصیص منابع در بین فعالیت‌های زراعی با توجه به این اهداف یکی از وظایف برنامه‌ریزان زراعی است (ترکمانی و عبدالمهی عزت‌آبادی^۹، ۱۳۸۴؛ مصلح و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۷). کشاورزی

¹ Jafar Zade et al. (2016)

² Saliani

³ Mirzaei et al. (2017)

⁴ Rath et al.

⁵ Talebi (2012)

⁶ Mansori & Kohansal (2007)

⁷ Mirzaei & Zeyae (2016)

⁸ Daghighi et al.

⁹ Torkamani & Abdolahi Ezatabadi (2005)

¹⁰ Mosleh et al. (2017)

فعالیتی پر مخاطره است که در این فعالیت مخاطرات طبیعی، اقتصادی و . . . موجب شده است که مجموعه آسیب پذیری برای زارعین به وجود آورده است. وجود این مسائل و مشکلات، لزوم استفاده از برنامه‌ریزی صحیح در جهت بهبود پویایی عملکرد در این بخش را فراهم کرده است. محصولات زراعی نیازمند یک افق برنامه‌ریزی می‌باشد (عزیزی و یزدانی^۱، ۱۳۸۳؛ تعالی مقدم و همکاران^۲، ۱۳۹۱؛ لی و همکاران^۳، ۲۰۱۸). فعالیت کشاورزی فرایندی است که در هر لحظه از زمان با مشکل عدم قطعیت و ریسک مواجه است؛ زیرا به وابسته به طبیعت می‌باشد که در کنترل کشاورزان نیست (ربانی^۴، ۱۳۹۶؛ پورفیریو و همکاران^۵، ۲۰۱۷). تولید محصولات کشاورزی ماهیتی ریسکی دارد و ریسک در تولید موجب عدم تخصیص بهینه منابع در کشاورزی می‌شود. برای کاهش ضرر و افزایش سود ریسک‌های مورد انتظار را می‌توان بطور صحیح و علمی مدیریت نمود. با توجه به اینکه مدیریت ریسک، غالباً مورد نادیده گرفته می‌شود، ولی این بخش از مدیریت کشت محصول می‌تواند منجر به پیشرفت و سرانجام بهبود کشت شود (رواسی‌زاده و همکاران^۶، ۱۳۹۶؛ کریمپ و همکاران^۷، ۲۰۱۶). مدیریت ریسک، فرایندی جامع است که باید در تمامی سطوح راهبردی، عملیاتی و برنامه به گونه‌ای صورت پذیرد که سطوح مختلف مدیریت را حمایت کنند. ارزیابی ریسک قسمتی از مدیریت ریسک می‌باشد که در آن دو عامل مهم احتمال وقوع ریسک و میزان اثر ریسک وجود دارد، که با کنترل هر یک از آنها می‌توان ریسک را کنترل کرد (کیگان^۸، ۲۰۰۴؛ لی و همکاران، ۲۰۱۸). برای رسیدن به توسعه کشاورزی، لازم است که در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌ها در رابطه با فعالیت‌های کشاورزی، ریسک را دخیل نموده و به آن توجه شود. تعیین الگوی کشت بهینه از یک طرف و وارد کردن ریسک برای واقعی‌تر کردن آن از طرف دیگر، از جمله اقداماتی است که در راستای کمک به توسعه کشاورزی و تحقق اهداف برنامه‌های کشاورزی می‌باشند (درخشان و همکاران^۹،

¹ Azizi & Yazdani (2004)

² Taali Moghadam (2012)

³ Li et al.

⁴ Rabani et al. (2017)

⁵ Porfirio et al.

⁶ Ravasi Zade et al. (2017)

⁷ Crimp et al.

⁸ Keegan

⁹ Derakhshan et al. (2007)

۱۳۸۶؛ تانگ و ژانگ^۱، ۲۰۱۸). یکی از اهداف اصلی زارعین حداکثر کردن درآمد و سود می‌باشد. همچنین ریسک و عدم حتمیت، تصمیمات زارعین را تحت تأثیر قرار داده و اغلب به سطحی از ناکارایی تخصیصی و فنی بهره‌برداران از منابع منجر شده است (ترکمانی و عبدالهی عزت آبادی، ۱۳۸۴؛ وندیمانگن^۲، ۲۰۱۴). بنابراین، توجه به ریسک در برنامه‌ریزی زراعی ضروری به نظر می‌رسد. لذا، کاهش ریسک و عدم حتمیت هدف دیگری است که برنامه‌ریزان کشاورزی می‌باید در برنامه‌ریزی به آن توجه نمایند. اهداف دیگری مانند حداقل کردن هزینه، حفظ سهم بازار، توزیع مناسب درآمد، توازن در ترکیب تولید محصولات مختلف، کاهش استفاده از نیروی کار، حفظ محیط‌زیست، مشارکت در تحقیق و ترویج کشاورزی و... برای کشاورزان و برنامه‌ریزان با توجه به محدودیت‌های موجود وجود دارد. در این میان مسأله اساسی انتخاب مهمترین اهداف و تخصیص مناسب نهاده‌های محدود، بین فعالیت‌های مختلف زراعی است (الوانچی^۳، ۱۳۸۶؛ ترکمانی و صبحی^۴، ۱۳۸۳؛ هوکا و همکاران^۵، ۲۰۱۴؛ کول و همکاران^۶، ۲۰۱۷). شهرستان زابل یکی از شهرستانهای استان سیستان و بلوچستان در جنوب شرقی ایران است. مرکز این شهرستان شهر زابل است. شهرستان زابل با مساحت ۱۵۱۹۷ کیلومتر مربع در شمال شرقی استان سیستان و بلوچستان قرار گرفته است و فاصله آن تا مرکز استان ۲۱۳ کیلومتر است. اکثریت مردم این شهر از طریق کشاورزی امرار معاش می‌کنند. در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ سطح زیر کشت محصولات زراعی و باغی منطقه سیستان بالغ بر ۵۴۸۵۰/۴۳ هکتار شامل می‌شود. از این مقدار ۴۶۰۳/۶۶ هکتار به کشت باغات و ۵۰۲۴۶/۷۷ هکتار به زراعت‌های سالانه اختصاص دارد. محصولات عمده زراعی این شهرستان غلات، محصولات جالیزی و نباتات علوفه‌ای است. وابستگی منطقه سیستان به رودخانه هیرمند که از افغانستان سرچشمه می‌گیرد موجب شده است که با قطع آب این رودخانه بحران بی‌آبی و خشکسالی دامنگیر این منطقه شود و تالاب بین‌المللی هامون به عنوان منبع تامین آب و امرار معاش و

¹ Tan & Zhang

² Wondimagegn

³ Alvanchi

⁴ Torkamani & Sabohi (2004)

⁵ Huka et al.

⁶ Cole et al.

سرسبزی و حیات سیستان نیز به بیابان و کویر و منبع حرکت ریزگردها تبدیل شود. کاهش بارندگی ها و بحران خشکسالی کشاورزان و روستاییان این استان را مجبور به حفر چاه کرده و همین مساله سبب کاهش ذخیره سفره های آب زیر زمینی شده است. (آمارنامه جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان^۱، ۱۳۹۶). یکی از محدودیت‌ها و مشکلاتی که در استان سیستان و بلوچستان بخصوص منطقه سیستان در سال‌های اخیر بعنوان مسئله بزرگ در برابر توسعه کشاورزی مطرح بوده و همواره مورد بررسی گرفته است. از طرف دیگر محدودیت‌هایی مانند عوامل اقتصادی، تغییرات اقلیمی، خاک زراعی و ... موجب بوجود آمدن چندین برابری مشکلات در استان و کشور شده است. بنابراین با وجود این محدودیت‌ها، طراحی برنامه‌ای هدفمند در زمینه کشت محصولات کشاورزی منطقه ضروری و مهم است. از طرفی دیگر منطقه سیستان به علتی مانند نسبت بالای اراضی آبی و عملکرد پایین آنها، نظام بهره‌برداری نامطلوب و عدم سرمایه‌گذاری مناسب، متاسفانه کشاورزی منطقه سیستان از بهره‌وری مناسبی برخوردار نمی‌باشد. به همین دلیل تعیین الگوی کشت محصولات در منطقه سیستان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و باید طوری انجام شود که علاوه بر استفاده بهینه از ظرفیت‌های موجود و قابل دسترس، بخشی از نیازهای منطقه و کشور را جابگو باشد. به همین منظور در این پژوهش جهت تعیین الگوی کشت بهینه توأم با ریسک در منطقه سیستان از تلفیق برنامه‌ریزی آرمانی چی بی شف و مدل فوکوس-لاس استفاده شده است.

۲- ادبیات موضوع

روش‌های برنامه‌ریزی متعددی برای تعیین الگوی کشت بهینه وجود دارد. از این روش‌ها می‌توان به الگوریتم‌های تکاملی مانند الگوریتم ژنتیک، برنامه‌ریزی خطی و غیرخطی، برنامه‌ریزی آرمانی، برنامه‌ریزی فازی و ... اشاره کرد. استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی جهت ارائه الگوی بهینه کشت محصولات کشاورزی با توجه به قابلیت‌هایی مانند امکان لحاظ نمودن رفتار بهره‌برداران در مقابل پدیده‌ی ریسک همواره مورد توجه بوده است و در ادامه به تشریح تعدادی از تحقیقات انجام شده در داخل و خارج پرداخته شده است.

^۱ Statistics of Agricultural Jihad in Sistan and Baluchestan Province (2017)

مسئله مطفری و همکاران^۱ (۱۳۹۱)، به تعیین برنامه زراعی بهینه با تاکید بر محدودیت بودجه با روش برنامه‌ریزی دوتوا در مزارع دشت زرقان فارس پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که قبل از ایجاد یک واحد تولیدی، با استفاده از هزینه نهاده‌ها و مقدار آنها در مزارع مشابه، از این روش می‌توان برنامه بهینه برای حداقل کردن بودجه را مشخص کرد. آزادگان و همکاران^۲ (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای به تعیین برنامه زراعی شهرستان سبزوار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا^۳ پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که کشاورزان در سه گروه مزارع کوچک، متوسط و بزرگ با تغییر الگوی کشت موجود می‌توانند سطح بازده ناخالص خود افزایش و از منابع در دسترس بصورت کارا استفاده کنند. پرهیزکاری و همکاران^۴ (۱۳۹۳)، مدیریت بهره‌برداری و تخصیص بهینه منابع آب جهت تعیین برنامه زراعی- اقتصادی الگوی بهینه کشت در منطقه رودبار الموت با استفاده از مدل برنامه-ریزی کسری آرمانی پرداخته‌اند. نتایج نشان داد که با تخصیص بهینه منابع آب علاوه بر کاهش میزان آب مصرفی در مزارع، هزینه و نیروی کار بکار رفته در هر هکتار از اراضی کاهش و شاخص کارایی در حدود ۱۳ درصد افزایش می‌یابد. اسدپور و اباذری^۵ (۱۳۹۳)، به بررسی برنامه کشت بهینه زراعی بخش لاله آباد شهرستان بابل با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی آرمانی پرداختند. نتایج حاکی از آنست که، کشت محصول برنج به منظور پایداری منابع آب و کاهش مصرف کود شیمیایی و حفظ محیط زیست باید کاهش یابد. احمدپور و دستجردی^۶ (۱۳۹۴)، به تعیین برنامه زراعی به منظور تولید محصولات ارگانیک در مناطق منتخب استان کرمان با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی ترتیبی تعمیم یافته پرداختند. نتایج نشان داد که با بهینه‌سازی الگوی کشت، می‌توان بدون نقصان در تولید و سود واحد زراعی میزان استفاده از نهاده‌های زیان‌آور را کاهش داد. میرزایی و ضیایی (۱۳۹۵)، به تعیین برنامه زراعی-اقتصادی الگوی کشت در جهت پایداری و حفظ محیط زیست با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی برای منطقه رودبار الموت غربی پرداختند. نتایج نشان داد که الگوی فعلی کشت در این

¹ Mosanan Mozafari et al. (2012)

² Azadegan et al. (2013)

³ De Novo Programming

⁴ Parhizgari et al. (2014)

⁵ Asad Pour et al. (2014)

⁶ Ahmad Pour & Dastjerdi (2015)

منطقه، هم از نظر اقتصادی و هم از نظر زیست محیطی بهینه نیست. محمودی و همکاران^۱ (۱۳۹۵)، به ارزیابی پایداری و تعیین الگوی کشت سیستم‌های زراعی با برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه پرداختند. نتایج نشان داد در رویکرد چند هدفه آرمانی، شاخص اشتغال به مصرف آب در مدل کسری، ۳۲/۴ درصد بیشتر از مدل خطی بود، ولی نسبت اشتغال به مصرف آب ۴۲/۵ درصد افزایش نشان داد. حسینی و همکاران^۲ (۱۳۹۵)، برای تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی با تأکید بر بیشینه کردن منافع اجتماعی و واردات خالص آب مجازی منطقه دشت بهار همدان با استفاده از مدل برنامه‌ریزی ریاضی پرداختند. نتایج نشان داد که، در الگوی کشت بهینه در سطح دشت تنها محصول گندم به مقدار ۷۱ هزار هکتار دارای اهمیت است. پوراسطرحی و همکاران^۳ (۱۳۹۶)، در مطالعه‌ای به بررسی برنامه‌ریزی کشت محصولات کشاورزی با استفاده از روشهای بهینه‌سازی مکانی پرداخته‌اند. بررسی نتایج نشان داد به دلیل کمبود آب در منطقه، کشت همزمان تمامی قطعات ممکن نیست. همچنین در حالت بهینه سطح زیر کشت محصولاتی مانند سیب‌زمینی، یونجه و آفتابگردان به دلیل مصرف بالای آب و قرار گرفتن دوره رشد آنها در فصول بهار و تابستان، از الگوی کشت حذف شدند و محصولات گندم و جو سطح زیر کشت بیشتری نسبت به سایر محصولات به خود اختصاص دادند. سجاسی قیداری و بهروز^۴ (۱۳۹۶)، به تحلیل اثرات الگوی کشت ناشی از خشکسالی در مناطق روستایی به محصول زعفران در روستاهای دهستان زبرخان پرداختند. نتایج حاکی از آنست که در تمامی شاخص‌های تحقیق به جز شاخص افزایش سطح زیرکشت، تغییرات معناداری شکل گرفته است. کانگ و همکاران^۵ (۲۰۱۰)، به بررسی کاربرد برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه برای تعیین الگوی بهینه کشت در منطقه لیانگ زو در شمال غرب چین پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آنست که در تکنیک برنامه‌ریزی خطی فازی چند هدفه بر خلاف برنامه‌ریزی خطی چند هدفه سود خالص کشاورزی و کارایی استفاده از آب بیشتر است. هویت و همکاران^۶ (۲۰۱۲)، به بررسی واسنجی مدل‌های اقتصادی تفکیک شده تولیدات کشاورزی و مدیریت آب، از

¹ Mahmoodi et al. (2016)

² Hoseini et al. (2016)

³ Pour Estarkhi et al. (2017)

⁴ Sajasi Ghidari & Behrooz (2017)

⁵ Kang et al.

⁶ Howitt et al.

مدل برنامه‌ریزی مثبت با تابع تولید با کشش جانشینی ثابت استفاده کردند. نتایج حاکی از آنست که انعطاف بیشتر بازار تخصیص آب قادر است ضررهای درآمدی حاصل از خشکسالی را تا ۳۰ درصد کاهش دهد. صباغی و همکاران^۱ (۲۰۱۴)، در مطالعه‌ای به تعیین الگوی کشت در دشت باغ ملک خوزستان پرداختند و نتایج حاکی از آنست که با استفاده از الگوی کشت و روش‌های آبیاری اصلاحی مقدار تا دو برابر افزایش می‌یابد. فیلیپی و همکاران^۲ (۲۰۱۷)، به مطالعه‌ی مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی خطی مختلط برای تعیین کشت بهینه پرداخته‌اند. نتایج بر مزیت استفاده از مدل CVaR برای یک کشاورز ریسک پذیر و ارائه دیدگاه‌ها و راهکارهای مناسبی برای کشاورزانی که درگیر چنین مشکلاتی هستند. گوپتا و همکاران^۳ (۲۰۱۸)، برای تحلیل اهداف پایدار در هند از یک مدل برنامه‌ریزی چند هدفه استفاده کرده‌اند. نتایج نشان داد که مدل‌های ارائه شده راه حل مفیدی را برای تصمیم‌گیران در هنگام اجرای استراتژی‌های مختلف در بخش‌های مختلف فراهم می‌کنند. هاو و همکاران^۴ (۲۰۱۸)، به بررسی بهینه‌سازی الگوی کشت با توجه به عدم اطمینان قابلیت دسترسی آب و پتانسیل صرفه‌جویی در مصرف آب پرداختند. نتایج نشان داد که تفاوت در مزایای سیستم و سود خالص در واحد آب آبیاری وجود دارد.

در مطالعات انجام شده، از روش‌های برنامه‌ریزی آرمانی در خصوص مسائل مربوط به برنامه زراعی، تعیین الگوی کشت و بهینه‌سازی مصرف نهاده‌ها استفاده شده است. به همین دلیل پر کاربردترین روش در زمینه برنامه‌ریزی چند معیاره می‌باشد و در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته است. این برنامه‌ریزی‌ها تقابل پیچیده بین طبیعت و اقتصاد را در برمیگیرد و تا حد زیادی بستگی به آگاهی برنامه‌ریزان از واکنش کشاورزان دارد. از طرف دیگر، به علت اینکه کارایی و تأثیر برنامه‌های کشاورزی در آینده تعیین می‌گردد و از آینده اطمینانی وجود ندارد، بنابراین برنامه‌های سیستم‌های زراعی بعنوان جزئی با اهمیت در بخش کشاورزی، با عدم حتمیت و ریسک توأم می‌باشند. به دست آوردن سود از سوی زارعان و کشاورزان منوط بر پذیرش ریسک و استراتژی‌های

¹ Sabaghi et al. (2014)

² Filippi et al.

³ Gupta et al.

⁴ Hao et al.

مدیریتی است. در این زمینه بررسی روش‌های گوناگون برنامه‌ریزی که در شرایط عدم حتمیت کاربرد دارد بسیار مفید و ضروری می‌باشد. لذا در این مطالعه با استفاده از تلفیق برنامه‌ریزی آرمانی چی بی شف و مدل فوکوس-لاس الگوی کشت بهینه توام با ریسک برای مزارع منطقه سیستان تعیین خواهد شد.

۳- روش تحقیق

در ۳۵ سال اخیر برنامه‌ریزی آرمانی که نوعی از تصمیم‌گیری چند هدفه است، رشد و گسترش زیادی پیدا کرده است. این نوع برنامه‌ریزی محیطی را فراهم می‌کند تا تصمیم‌گیرنده بتواند چند هدف را با هم در نظر گیرد (اوانز^۱، ۲۰۰۷). عبدالعزیز^۲ (۲۰۰۷) مزایای استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی را استفاده از اهداف متضاد در مدل‌سازی، بکارگیری مدل‌های تصادفی، پویا، ایستا، انعطاف‌پذیری زیاد آن و ساده بودن آن ذکر کرده‌اند. رومرو^۳ (۲۰۰۴) برنامه‌ریزی آرمانی را به ۳ دسته عمده تقسیم بندی کرده است:

۱) برنامه‌ریزی آرمانی وزنی

که در آن مجموع انحرافات از آرمان‌ها با توجه به وزنی که از طریق تصمیم‌گیرنده بر مدل اعمال می‌شود، حداقل می‌شوند (عمرانی و همکاران^۴، ۲۰۱۸).

۲) برنامه‌ریزی آرمانی حداقل- حداکثر^۵ یا چی بی شف^۶

برنامه‌ریزی آرمانی چی بی شف توسط فلیول در سال ۱۹۷۶ معرفی شد. در این برنامه‌ریزی حداقل کردن حداکثر انحراف وزن داده شده از آرمان مورد نظر، هدف تصمیم‌گیرنده است. این نوع تصمیم‌گیری از آن جهت حداقل- حداکثر نام دارد که هدف آن حداقل کردن حداکثر انحرافات می‌باشد (حسین و همکاران^۷، ۲۰۱۸).

این نکته را نیز باید اضافه کرد که تمام مقیاس‌های ممکن در محدوده بین بزرگترین مقیاس (L_1) و کوچکترین مقیاس (L_∞) قرار می‌گیرد. این فاصله به نام

¹Oanz

²Abdolaziz

³Romero

⁴Omrani et al.

⁵Minmax goal programming

⁶Chebyshev

⁷Hocine et al.

فاصله چپ بی شف^۱ نامیده می‌شود و چون در برنامه ریزی چپ بی شف از L_∞ استفاده می‌شود به آن برنامه ریزی چپ بی شف گویند (چاوز و همکاران^۲، ۲۰۰۳).

(۳) برنامه‌ریزی آرمانی اولویت‌دار یا الفبایی^۳

که در آن انحراف از یک آرمان با اولویت بالاتر، مهمتر از انحراف از آرمان با اولویت کمتر است و هر هدف تنها زمانی بهینه می‌شود که اهداف قبلی و مهم‌تر در مقدار بهینه خود قرار گرفته باشند یعنی نمی‌توان برای رسیدن به هدف دوم، هدف اول را زیر پا گذاشت.

فرم کلی برنامه‌ریزی آرمانی به صورت زیر می‌باشد (رومرو، ۲۰۰۴ و عباسیان و همکاران^۴، ۲۰۱۸):

$$\text{Min} \left[\sum_{j=1}^n W_j |\hat{f}_j - f_j(x)|^p \right]^{1/p} \quad (1)$$

$$\text{St} : x \in F$$

که در آن وزن هدف W_j ، آرمان \hat{f}_j ، تابع هدف و $f_j(x)$ تابع هدف و F مجموعه در دسترس. در برنامه‌ریزی آرمانی حداقل-حداکثر، p را بی‌نهایت گرفته و در نتیجه تابعی که حداقل کردن آن مورد نظر است به صورت زیر در می‌آید.

$$\text{Min } \lambda$$

$$\text{St}:$$

$$n_j \leq \lambda \quad (2)$$

$$f_j(x) + n_j - p_j = \hat{f}_j$$

$$x \in F$$

در معادله ۲، d حداکثر انحرافات بوده که هدف حداقل کردن آن است. به همین دلیل این نوع برنامه‌ریزی حداقل-حداکثر نام دارد.

¹ Chebyshev Distance

² Chaves et al. (2003)

³ Lexicographic

⁴ Abbasian et al. (2018)

به طور کلی می‌توان مدل برنامه‌ریزی چی بی شف را به صورت زیر نوشت (رومرو و رحمان^۱، ۲۰۰۳ و آماروسمان^۲، ۲۰۱۸):

$$\text{Min } \lambda$$

$$\text{St: } f_j(x) + n_j - p_j = \hat{f}_j \quad (3)$$

$$\frac{u_j n_j}{k_j} + \frac{v_j p_j}{k_j} \leq \lambda$$

با فرض این که تابع هدف $f_j(x)$ و \hat{f}_j سطح آرمان برای هدف λ باشد سه نوع آرمان می‌توان داشت:

(۱) اگر $f_j(x) \leq \hat{f}_j$ باشد در این صورت ارزش $f_j(x)$ کوچکتر و یا مساوی \hat{f}_j خواهد شد.

(۲) اگر $f_j(x) \geq \hat{f}_j$ باشد که در این حالت ارزش $f_j(x)$ بزرگتر یا مساوی \hat{f}_j خواهد شد.

(۳) در صورتی که $f_j(x) = \hat{f}_j$ باشد ارزش $f_j(x)$ برابر با \hat{f}_j خواهد شد.

با توجه به انتخاب هر کدام از توابع هدف بالا، محدودیت آرمانی مورد نظر انتخاب می‌شود. این کار به وسیله جمع یک متغیر با انحراف منفی ($n_i \geq 0$) و یا تفریق متغیر با انحراف مثبت ($p_i \leq 0$) صورت می‌گیرد. برای گزینه اول باید (p) را حداقل، برای مورد دوم (n) و در مورد سوم باید (p و n) را با هم حداقل کرد (رومرو، ۲۰۰۴).

از طرف دیگر همزمان با وجود چند هدف در همه مزارع کشاورزی ریسک وجود دارد که تاکنون به روش‌های مختلفی وارد مدل شده است. روش فوکوس-لاس^۳ یا ضرر چشمگیر یک فعالیت توام با ریسک، سطح ضرری است که یک تصمیم‌گیرنده را در صورتی که از آن آگاه شود بسیار شگفت‌زده خواهد کرد. با داشتن بدترین سود ناخالص برای هر فعالیت (C_j^*) و درآمد ناخالص انتظاری \bar{C}_j ضرر چشمگیر به صورت $f_i = \bar{C}_j - C_j^*$ تعریف می‌شود. برای هر برنامه مزرعه حداکثر ضرر ممکن که Loss نامیده می‌شود به صورت اختلاف میان کل درآمد ناخالص انتظاری $\sum_j \bar{C}_j X_j$ و حداقل درآمد مورد نیاز برای پوشانیدن هزینه‌های ثابت مزرعه، هزینه‌های ضروری زندگی خانوار و بازپرداخت

¹ Romero & Rehman

² Umarusman

³ Focus - loss

بدهی‌ها که با $MINI$ مشخص می‌شود. مقدار $Loss$ از رابطه زیر به دست می‌آید (هیزل^۱، ۱۹۷۶):

$$Loss = \sum_j \bar{c}_j X_j \quad (۴)$$

و در نهایت یک مدل ریسکی ضرر چشمگیر به صورت زیر مدل‌سازی می‌شود (هیزل، ۱۹۷۶):

$$\begin{aligned} &Max \sum_j \bar{c}_j X_j \\ &St: \sum_j \bar{c}_j X_j - Loss = MINI \end{aligned} \quad (۵)$$

$$\sum_j f_j X_j - Loss \leq 0$$

برای تلفیق برنامه‌ریزی آرمانی چی‌بی‌شف و مدل ریسکی فوکوس لاس علاوه بر محدودیت‌های فوق و سایر محدودیت‌های سیستمی و آرمانی درآمد ناخالص انتظاری به عنوان محدودیتی آرمانی وارد سیستم شده و مدل حل خواهد شد.

در این مطالعه با استفاده از اطلاعات سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۶ جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان و مرکز آمار ایران، داده‌های مورد نیاز جمع‌آوری شد. سپس با استفاده از نرم افزار $NTSYS$ مزارع کشاورزی سه شهرستان زابل، زهک و هیرمند طبقه‌بندی شده و در گروه‌های مشابه قرار گرفتند.

در همه گروه‌ها، در همه موارد علاوه بر محدودیت‌های سیستمی که شامل محدودیت‌های مدل ضرر چشمگیر، مقادیر سم، کود، بذر و سطح زیرکشت می‌باشد، مقدار تولید گندم، نیروی کار و آب و درآمد ناخالص انتظاری موجود در مدل فوکوس- لاس جزو محدودیت‌های آرمانی بوده و هدف حداقل کردن مجموع انحرافات براساس برنامه‌ریزی آرمانی چی‌بی‌شف می‌باشد. بر همین اساس مدل شهرستان زابل برای سطح زیرکشت بین ۶ تا ۲۰ هکتار به عنوان نمونه در جدول ۲ آورده می‌شود. برای سایر مناطق مدل به همین صورت بوده و تنها ضرایب محدودیت‌ها و سمت راست آنها متفاوت است.

¹ Hizel et al.

جدول (۲) مدل طراحی شده شهرستان زابل

حداقل	جو	جالیز	گندم	پیاز	گوجه‌فرنگی	loss	n1	p1	n2	p2	n3	p3	n4	p4	landa		
محدودیت سیستمی	سطح زیر کشت	۱	۱	۱	۱	۱									۱	<=	۸/۷
	بذر	۳۲۵/۳	۲/۶۸	۳۶۵/۵	۵۵/۷۵	۱										<=	۹۶۳/۱
	کود فسفات	۱۱۰	۵۶۹/۶	۳۲۵/۶	۲۴/۲۳	۳۵۶/۳										<=	۱۲۴۵/۲
	کود ازته	۱۹۵	۴۱۷/۸	۲۴۲/۸	۸/۶	۴۵۵/۳										<=	۱۵۸۷/۹
	سایر کودها	۰	۲۰/۲	۰/۸۷	۰	۸۷										<=	۷۶/۷
	سم مصرفی	۰/۳	۷/۱	۶/۱	۰	۶/۸										<=	۱۴/۲
	فوکوس لاس	۵۷۰۲۲۵/۸	۱۲۳۹۵۵۶	۶۶۱۸۲۰/۰۸	۷۸۹۹/۳	۱۲۰۲۵۴۷	-۱									=	۱۵۳۲۴۵۷
	فوکوس لاس	۵۹۷۶۹۸					-۱									<=	۰
			۱۲۸۵۹۸۱				-۱									<=	۰
				۶۵۰۳۶۴			-۱									<=	۰
					۸۹۷۴		-۱									<=	۰
						۱۲۲۷۲۲۲	-۱									<=	۰
محدودیت آرمانی	نیروی کار	۶/۷۵	۳۵/۱	۱۲/۶	۴/۵۶	۴۵/۳		۱	-۱							=	۱۱۲/۵
	آب	۱۲۳۶۵۸/۶۷	۳۵۶۵۴۷/۶۷	۱۲۳۶۵۴/۳۳	۰	۳۲۹۰۰			۱	-۱						=	۱۸۲۵۴/۱
	تولید گندم			۴۶۵۴/۸	۲۶۸/۷						۱	-۱				=	۳۳۲۱۴/۴
	ریسک	۵۸۷۴۵۶/۵	۱۲۳۲۱۳۴	۵۶۴۷۸۹/۹	۷۸۹۹/۳	۱۰۳۵۴۷۸							۱	-۱		=	۲۴۹۶۵۴/۸
چی بی شف								۱								<=	۰
									۱							<=	۰
										۱						<=	۰
											۱					<=	۰

منبع: یافته‌های تحقیق

پس از طبقه بندی مزارع کشاورزان، مزارع شهرستانهای زابل، زهک و هیرمند به ۲ طبقه تقسیم و برای هر گروه یک مدل مناسب طراحی شد. سپس مدل طراحی شده برای مزارع مختلف نمونه تخمین زده شد. برای زمین‌های کمتر از ۳ هکتار زابل، به علت محدودیت موجود در بذر، کود و سموم تنها ۵/۲۶ هکتار از اراضی زیرکشت رفته و اگر آب نیز جزو محدودیت‌های سیستمی قرار می‌گرفت به علت کمبود آب مقدار سطح زیرکشت کاهش می‌یافت ولی با قرار گرفتن در محدودیت‌های آرمانی مشخص می‌شود با وجود راندمان آبیاری ۳۰ درصد مقدار آب موجود برای کشت این محصولات کم بوده که دو راه حل افزایش راندمان و یا مقدار آب در دسترس کشاورزان پیشنهاد می‌شود. با توجه به جدول ۲ و یافته‌های دیگر درآمد ناخالص کشاورز نمونه ۱۴۶۵۸۷۵ تومان، مقدار آب مصرفی ۵۵۰۶۵۸/۲۲ مترمکعب و مقدار Loss ۶۲۱۴۵۹ تومان در هکتار بوده که نشان دهنده مقدار درآمد بیش از درآمد نیازهای اولیه است.

جدول (۳) الگوی کشت مزارع زابل

سطح زیر کشت (هکتار)					
اندازه مزرعه	جو	جالیز	گندم	پیاز	گوجه فرنگی
کمتر از ۳ هکتار	۰/۵	۰/۳	۱/۹	۰/۲	۰/۱
بیشتر از ۳ هکتار	۶/۶	۰/۱۲	۰/۴۶	۰/۴	۲/۷

منبع: یافته‌های تحقیق

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، و با توجه به نتایج مطالعه پس از وارد کردن معادلات ریسک در مدل الگوی کشت مزارع زهک به صورت ترکیبی از محصولات درآمد و از همه محصولات کاشته می‌شود. در زمین‌های بیش از ۳ هکتار مقدار درآمدناخالص، تولید گندم و Loss به ترتیب ۱۹۵۴۵۶۷ تومان، ۵۶۴۵۸ مترمکعب و ۳۵۱۲۵۴ تومان در هکتار شد. مقدار Loss نشان می‌دهد درآمد به دست آمده برای این گروه از کشاورزان بیش از درآمد مورد نیاز برای مخارج خوراکی آنها بوده و با این الگوی کشت می‌توانند علاوه بر نیازهای اولیه خود مقداری از درآمد را صرف سایر مخارج نمایند.

جدول (۴) الگوی کشت مزارع زهک

سطح زیر کشت (هکتار)					
اندازه مزرعه	جو	جالیز	گندم	پیاز	گوجه فرنگی
کمتر از ۳ هکتار	۱/۱	۰	۰/۹	۰/۱	۰/۳
بیشتر از ۳ هکتار	۴/۱	۰/۱	۰/۳۲	۰	۳/۱

منبع: یافته‌های تحقیق

مطابق جدول فوق در زمین‌های بیش از ۳ هکتار کشت جو، جالیز، گندم، و گوجه فرنگی بالاترین درآمد ناخالص را همراه با کمترین ریسک دارد. در این مزارع درآمد ناخالص حاصل از کشت محصولات ۱۳۲۴۵۶۸ تومان، مقدار آب مصرفی ۷۲۰۰۳/۲ مترمکعب باشد.

با توجه به محاسبات انجام شده در زمین‌های کمتر از ۳ هکتار شهرستان هیرمند مقادیر مصرف آب، درآمدناخالص و Loss به ترتیب ۶۲۳۵۴/۳ مترمکعب، ۱۲۴۵۷۵۱ تومان و ۲۵۳۶۹۸/۴ می‌باشند. همچنین مشاهده می‌شود با افزایش سطح زیر کشت مقدار مصرف آب کمتر و درآمد ناخالص بیشتر می‌شود. یعنی کشاورزان محصولات با نیازآبی کمتر و سود بیشتر را تولید می‌کنند.

جدول (۵) الگوی کشت مزارع هیرمند سطح زیرکشت (هکتار)

اندازه مزرعه	جو	جالیز	گندم	پیاز	گوجه فرنگی
کمتر از ۳ هکتار	۰/۲	۰/۳	۱/۷	۰/۲	۰/۳
بیشتر از ۳ هکتار	۳/۱	۰	۱/۵۶	۰	۲/۷

منبع: یافته‌های تحقیق

در سطوح زیرکشت بیش از ۳ هکتار مقدار آب مصرفی ۱۳۲۵۴، درآمد ناخالص ۶۲۳۴۵۷۸ تومان می‌باشد. با توجه به نتایج ذکر شده و جدول ۴ مشاهده می‌شود با افزایش سطح زیرکشت تعداد محصولات کاهش یافته و کاشت محصولاتی که سود بالاتر و مصرف آب پایین‌تر دارند در اولویت مزرعه قرار می‌گیرد.

۵- نتیجه‌گیری

بهینه‌سازی الگوی کشت مزارع یکی از اهداف مدیران و برنامه‌ریزان کشاورزی است تا با حداقل نهاده بتوان حداکثر تولید را داشت. تولیدات کشاورزی به دلیل ماهیت ریسکی موجب مشکلاتی برای تصمیم‌گیری کشاورزان شده است. روش‌های مختلفی جهت مدیریت ریسک وجود دارد که یکی از رایج‌ترین آنها استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی است. لذا در این پژوهش با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی چی بی شف و مدل ریسکی فوکوس-لاس الگوی کشت توام با ریسک مزارع نمونه شهرستان‌های زابل، زهک و هیرمند تخمین زده شد و برای هر طبقه الگوی کشت خاصی تعیین شد. با توجه به نتایج مدل الگوی کشت همراه با ریسک در شهرستان‌های زابل، زهک و هیرمند در زمین‌های بیش‌تر از ۳ هکتار مقدار درآمد ناخالص بالاتر و مصرف آب کمتر می‌باشد و این بدان معناست که کشاورزان و زارعین بایستی محصولاتی با نیاز آبی کمتر و سود بیشتر کشت نمایند. همچنین نتایج حاصل از حل مدل‌ها نشان داد با افزایش سطح زیرکشت مزارع الگوهای تولید با چند محصول محدود را انتخاب می‌کنند و هرچه مزرعه کوچک‌تر شود برای کاهش ریسک درآمدی خود تنوع محصولات کشت شده را افزایش می‌دهد. از طرف دیگر با افزایش سطح زیرکشت مقدار مصرف آب کمتر شده و درآمد ناخالص افزایش می‌یابد. در همه مزارع نمونه درآمد ناخالص بدست آمده بیش از نیاز خانوار برای نیازهای اولیه بوده و با استفاده از آن می‌تواند سرمایه‌گذاری بیشتری انجام دهد.

با توجه به این نتایج مطالعه، پیشنهادات سیاستی مرتبط با الگوی کشت مطرح می‌شود که شامل:

- ۱- مروجین به کشاورزان منطقه سیستان برای افزایش تولید و بهره‌وری مصرف نهاده‌ها و همچنین کاهش ریسک و افزایش درآمد ناخالص آموزش داده شود تا بتوانند مدیریت بهتری بر نهاده‌ها و ریسک درآمدی خود اعمال نمایند.
- ۲- سایر محققین با مراجعه به مزارع موجود در منطقه سیستان و تهیه پرسشنامه از این روش به صورت ماهانه برای مزارع نمونه استفاده نمایند تا نتایج واقعی تری داشته باشند.
- ۳- مسئولین با سیاست یکپارچه سازی مزارع کوچک در منطقه سیستان، زمینه را برای افزایش درآمد ناخالص کشاورزان و استفاده بهینه از نهاده‌ها ایجاد نمایند.
- ۴- با توجه به خشکسالی‌های اخیر در منطقه سیستان پیشنهاد می‌گردد که با تغییر در الگوی کشت منطقه با توجه به آب در دسترس، سود اقتصادی کشاورزان را افزایش داد.
- ۵- پیشنهاد می‌گردد تدابیری برای تدوین برنامه جامع الگوی کشت محصولات زراعی در منطقه سیستان و یا استان انجام شود که علاوه بر در نظر گرفتن مزیت نسبی محصولات و منافع اجتماعی و آثار سیاستی، به موارد دیگری مانند اطلاعات فنی کشت، منابع تولید موجود، اشتغال‌زایی، سودآوری و . . . توجه شود.
- ۶- با توجه به الگوی کشت محصولات زراعی پیشنهاد می‌گردد که حمایت‌های دولت در جهت هدفمند کردن محصولاتی که منافع اجتماعی بالاتری دارند بیشتر شده تا علاوه بر توسعه کشت این محصولات و استفاده بهینه از منابع تولید شرایطی فراهم شود تا هنگام مواجهه با فرایند ادغام تجاری، کشاورزان از توان رقابتی بیشتری برخوردار باشند.

فهرست منابع

۱. اسدی، هرمز، و سلطانی، غلامرضا (۱۳۷۹). بررسی حاشیه ایمنی و تعیین الگوی کشت بهینه فعالیتهای زراعی با بهره‌گیری از روش برنامه‌ریزی خطی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۳۱: ۷۱-۸۶.
 ۲. آزادگان، علیه، رستگاری‌پور، فاطمه و صبوچی صابونی، محمود (۱۳۹۲). تعیین برنامه زراعی شهرستان سبزوار با استفاده از برنامه‌ریزی فازی دونوا، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۲۷، ۱، ۸-۱۵.
 ۳. آمارنامه جهاد کشاورزی استان سیستان و بلوچستان، ۱۳۹۶.
 ۴. جعفرزاده، احمد، خاشعی سیوکی، عباس و شهیدی، علی (۱۳۹۵). طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چند هدفه به منظور تعیین الگوی کشت بهینه تحت تأثیر پدیده تغییر اقلیم (مطالعه موردی: دشت بیرحند)، تحقیقات آب و خاک ایران، ۴۷، ۴، ۸۵۹-۸۴۹.
 ۵. چیدری، امیرحسین، کرامت‌زاده، علی و میرزایی، احمد (۱۳۸۵). تعیین ارزش اقتصادی آب کشاورزی با استفاده از مدل الگوی کشت بهینه تلفیق زراعت و باغداری، مطالعه موردی سد بارزو شیروان، مجله اقتصاد کشاورزی و توسعه، ۶۰-۳۵.
 ۶. حسین‌زاد، جواد، نامور، آیدا، حیاتی، باب اله و پیش بهار، اسماعیل (۱۳۹۳). تعیین الگوی کشت محصولات زراعی با تأکید بر کشاورزی پایدار در اراضی زیر سد علویان، نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۴، ۲، ۴۳-۳۱.
 ۷. محمدی، حمید، بوستانی، فردین و کفیل‌زاده، فرشید (۱۳۹۱). تعیین الگوی کشت بهینه با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی چند هدفه غیرخطی فازی: مطالعه موردی، آب و فاضلاب، ۴، ۴۳-۵۵.
 ۸. مسنن مظفری، مهدیه، اسد فلسفی زاده، ندا و صبوچی صابونی، محمود (۱۳۹۱). تعیین برنامه زراعی بهینه با تأکید بر محدودیت بودجه: کاربرد برنامه‌ریزی دونوا در مزارع دشت زرقان فارس، ویژه نامه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۱۰۳-۹۵.
 ۹. میرزایی، کامران و ضیایی، سامان (۱۳۹۵). تعیین برنامه زراعی - اقتصادی الگوی کشت در جهت پایداری و حفظ محیط زیست با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی اولویتی (مطالعه موردی: رودبار الموت غربی)، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۷، ۱، ۱۷۵-۱۶۱.
 ۱۰. میرکریمی، شهرزاد، جولایی، رامتین، اشراقی، فرهاد و شیرانی بید آبادی، فرشید (۱۳۹۵). مدیریت الگوی کشت محصولات زراعی با تأکید بر ملاحظات زیست محیطی، علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، ویژه‌نامه ۲، ۲۶۳-۱۵۳.
1. Abbasian, P., Mahdavi-Amiri, N., & Fazlollahtabar, H. (2018). Multiple utility constrained multi-objective programs using Bayesian theory, *Journal of Industrial Engineering International*, 14(1), 111-118. (In Persian)

2. Abdolaziz, F. (2007). Multiple objective programming and goal programming: New trends and applications. *European Journal of Operational Research*, 177, 1520–1522. (In Persian)
3. Ahmad Pour Borazjani, M., & Nikoi Dastjerdi, H. (2015). Determining Agricultural Plans for Organic Crops Production in Selected Areas of Kerman Province, *Journal of Rural Development Strategies*, 2(4), 455-475. (In Persian)
4. Asad Pour, H., & Abazari, A. (2014). Determination of optimal crop cultivation program in Lalehabad district of Babol city using ideal linear programming model, *Agricultural Economics and Development*, 20 (87): 137-25. (In Persian)
5. Azizi, J., & Yazdani, S. (2004). Determining the relative advantage of Iranian horticultural products. *Journal of Agricultural Economics and Development*, 41: 46-65. (In Persian)
6. Chaves, P., Kojiri, T., & Yamashiki, Y. (2003). Optimization of storage reservoir considering water quantity and quality. *Hydrological Processes*, 17, 2769-2793.
7. Cole, S., Giné, X., & Vickery, J. (2017). How Does Risk Management Influence Production Decisions? Evidence from a Field Experiment, *The Review of Financial Studies*, 30(6), 1935–1970.
8. Crimp, S. J., Zheng, B., Khimashia, N., Gobbett, D. L., Chapman, S., Howden, M., & Nicholls, N. (2016). Recent changes in southern Australian frost occurrence: implications for wheat production risk, *Crop & Pasture Science*, 67 (8), 801-811.
9. Daghighi, A., Nahvi, A., & Kim, U. (2017). Optimal Cultivation Pattern to Increase Revenue and Reduce Water Use: Application of Linear Programming to Arjan Plain in Fars Province, *Agriculture*, 7(9), 1-11.
10. Davis, K. F., Rulli, M. C., Seveso, A., & D'Odorico. (2017). Increased food production and reduced water use through optimized crop distribution, *Nature Geoscience*, 10, 919–924.
11. Derakhshan, M., Mohammadi, H., & Shirzadi Jahromi, M. H. (2007). Determination of Optimal Pattern of Integrated Harvesting of Crops with Emphasis on Production Risk in Fars Province, *Crop Ecology (Modern Agricultural Knowledge)*, 3(8), 36-23. (In Persian)
12. Djido, A., & Shiferaw, B. (2018). Patterns of labor productivity and income diversification – Empirical evidence from Uganda and Nigeria, *World Development*, 105, 416-427.
13. Doppler, W., Salman, A. Z., Al-Karablieh, E. K., & Wolf, H. P. (2002). The impact of water price strategies on the allocation of irrigation water: The case of the Jordan Valley. *J. of Agricultural Water Management*, 55, 171- 182.
14. Filippi, C., Mansini, R., & Stevanato, E. (2017). Mixed integer linear programming models for optimal crop selection, *Computers & Operations Research*, 81, 26-39.
15. Gomez, J. A. & Risog, L. (2004). Irrigation water pricing: differential impacts on irrigated farms. *Agricultural Economic*. 31, 47-66.

16. Gupta, S., Fügenschuh, A., Ali I. (2018). A Multi-Criteria Goal Programming Model to Analyze the Sustainable Goals of India. 10, 778.
17. Hao L. N., Su X. L., & Singh V. P. (2018). Cropping pattern optimization considering uncertainty of water availability and water saving potential. *Int J Agric & Biol Eng*, 11 (1), 178–186.
18. Hazel, B. R., & Norton, R. D. (1976). *Mathematical Planning for Economic Analysis in Agriculture*. F, Ramin Abjad Publications, 2002.
19. Hocine, A., Kouaissah, N., Bettahar, S., & Benbouziane, M. (2018). Optimizing renewable energy portfolios under uncertainty: A multi-segment fuzzy goal programming approach, *Renewable Energy*, 129 (A), 540-552.
20. Hoseini, A. S., Mehregan, N., & Ebrahimi, M. (2016). Determination of optimal crop pattern with emphasis on maximizing social benefits and net import of virtual water, *Journal of Agricultural Economics Research*, 8 (31), 144-123. (In Persian)
21. Howitt, R. E., Medellin-Azuara, J. , MacEwan, D. , Lund, J. R. (2012). Calibrating disaggregate economic models of agricultural production and water management. *Environmental Modeling & Software*, 38: 244-258.
22. Huka, H. Ruoja, C. and Mchopa, A. (2014) Price fluctuation of agricultural products and its impact on small scale farmers development: Case analysis from kilimanjaro tanzania. *European Journal of Business and Management*. 6 (36): 155-160.
23. Kang S., Zeng X., Li F., Zhang L., & Guo P. (2010). Fuzzy Multi-Objective Linear Programming Applying To Crop Area Planning, *Agricultural Water Management*, 98:134-142.
24. Li, Q. Q., Li, Y. P., & Huang, G. H. (2018). Risk aversion based interval stochastic programming approach for agricultural water management under uncertainty, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 32 (3), 715–732.
25. Li, S., Horváth, L. J., Pintér, L., Rounsevell, M. D. A., & Harrison, P. A . (2010). Modelling regional cropping patterns under scenarios of climate and socio-economic change in Hungary, *Science of The Total Environment*, 622–623, 1611-1620.
26. Li, X., Kang, S., Niu, J., Du, T., Tong, L., Li, S., & Ding, R. (2017). Applying uncertain programming model to improve regional farming economic benefits and water productivity, *Agricultural Water Management*, 179,352-365.
27. Mahmoudi, M., Khanjani, M., & Barani, Gh. A. (2016). Evaluation of Stability and Crop Pattern Determination by Multi-Purpose Mathematical Programming, *Iranian Water Resources Research Journal*, 10 (2), 73-65. (In Persian)
28. Mahmoudi, N., & Sobouhi, M. (2007). Effects of Income Risk on Optimum Crop Pattern Selection (Case Study of Jaban Village of Damavand), *6th Iranian Conference on Agricultural Economics*. (In Persian)
29. Mansouri, H., & Kohansal, M. (2007). Determining the optimal cropping pattern based on two economic and environmental perspectives,

- Proceedings of the 6th Agricultural Economics Conference*, Ferdowsi University. (In Persian)
30. Mirzaei, Sh., Zakari Nia, M., Shahabi Far, M., & Sharifan, H. (2017). Determination of Optimum Cropping Pattern in Irrigation and Drainage Network of Golestan Dam Using Genetic Algorithm, *Irrigation Science and Engineering*, 40 (3), 190-181. (In Persian)
 31. Mosleh, Z., Salehi, M. H., Amini Fasakhodi, A., & Jafari, A. (2017). Sustainable allocation of agricultural lands and water resources using suitability analysis and mathematical multi-objective programming, *Geoderma*, 303, 52-59.
 32. Omrani, H., Valipour, M., & Emrouznejad, A. (2018). Using Weighted Goal Programming Model for Planning Regional Sustainable Development to Optimal Workforce Allocation: An Application for Provinces of Iran, *Social Indicators Research*, 1-29.
 33. Özkan, B., & Akcaoz, H. V. (2001) Game theory and its application to field crops in Antalya province. *Turk. J. Agric*, 26: 303-309.
 34. Parhizgari, A., Mozaffari, M., Parhizgari, R., & Parhizgari, M. (2014). Utilization management and optimal allocation of water resources for determining agro-economic program of optimal cropping pattern in Rudbar Alamut area, *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 18, 40-29. (In Persian)
 35. Porfirio, L. L., Newth, D., & Harman, I. N. (2017). Patterns of crop cover under future climates, *Ambio*, 46 (3), 265-276.
 36. Pour Srarkhi, H., Karimi, M., Alimohammadi Sarab, A., & Davari, K. (2017). Crop Planning Using Spatial Optimization Methods, *Journal of Spatial Information Technology Engineering*, 5 (2), 19-19.
 37. Rabani, R. (2017). Determination of optimal cropping pattern using multipurpose renewable programming (De Novo) and genetic algorithm in fuzzy environment: A case study, MSc thesis.
 38. Rastegaripour, F., & Sabouhi Sabouni, M. (2010). An optimization model for Kardeh reservoir operation using interval-parameter, multi-stage, stochastic programming. *J. of Water and Wastewater*, 75, 88-98. (In Persian)
 39. Rath A., Samantaray S., Biswal S., & Swain P. C. (2018). Application of Genetic Algorithm to Derive an Optimal Cropping Pattern, in Part of Hirakud Command, Progress in Computing, *Analytics and Networking*, 710, 711-721.
 40. Ravasizadeh, S., Ghorbani, Kh., & Yazdani, S. (2017). Application of Game Theory in Income Risk Management for Dry Crop Production in Kurdistan Province (Fourth Development Program Period until 2012), *First International Conference and Third National Conference on Engineering and Environmental Management and Sustainable Natural Resources*.
 41. Rees R. M., Griffiths B. S., & McVittie A. (2018). Sustainable Intensification of Agriculture: Impacts on Sustainable Soil Management, *International Yearbook of Soil Law and Policy*, 2017, pp 7-16.

42. Romero, C. (2004). A general structure of achievement functions for a goal programming model. *European Journal of Operational Research*, 153, 675-686
43. Romero, C., & T. Rehman. (2003). Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions. *Second Edition*. Amsterdam: Elsevier Science B. V.
44. Sajasi Ghidari., H. A., & Behrouz, Z. (2017). Analysis of the effects of drought-induced cultivation pattern change in rural areas on saffron attainment in rural areas of Zabrikhan, *Quarterly Journal of Rural Development*, 4 (1), 58-39. (In Persian)
45. Saliani, T. (1996). Cultivation pattern design in development water resource plans. *Agriculture develop and economic*, 4 (91), 1-13. (In Persian)
46. Statistics of Agricultural Jihad of Sistan and Baluchestan Province, (2017).
47. Talebi, B. (2012). Model of Optimum Water Resources Utilization in Critical Conditions (Drought, Flood and Unexpected Accidents), MSc thesis, Department of Irrigation and Drainage, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (In Persian)
48. Tali Moghadam, A., Bastam, M., & Karbasi, A. R. (2012). Determination of optimal cultivation pattern of horticultural crops using game theory (Case study: Khorasan Razavi province), *8th Biennial Conference of Iranian Agricultural Economics*, Shiraz.
49. Tan, Q., & Zhang, T. (2018). Robust fractional programming approach for improving agricultural water-use efficiency under uncertainty, *Journal of Hydrology*, 564, 1110-1119.
50. Tian, H., Lu, C., Pan, S., Yang, J., Miao, R., Ren, W., Yu, Q., Fu, B., Jin, F. F., Lu, Y., Melillo, J., Ouyang, Z., Oalm, C., & Reily, J. (2018). Optimizing resource use efficiencies in the food-energy-water nexus for sustainable agriculture: from conceptual model to decision support system, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 33, 104-113.
51. Torkamani, J., & Abdolahi Ezatabadi, M. (2005). Application of Compromise Planning in Rare Resources Management: A Case Study of Groundwater Resources in Rafsanjan. *Agricultural Science and Techniques*, 3: 43-54. (In Persian)
52. Torkamani, J., & Sobouhi, M. (2004). Study of Risk Orientation of Farmers Using Risk-Agreed Planning. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 3: 587-593. (In Persian)
53. Umarusman, N . (2018). Fuzzy Goal Programming Problem Based on Minmax Approach for Optimal System Design. *Alphanumeric Journal*, 6 (1), 177-192.
54. Wondimagegn, M. (2014). Crop mix and resource use pattern under risk: the case of smallholder farmers in eastern highlands of ethiopia. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 7 (5): 251-261.