تحقیقات سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی/جلد ۲۲/ شماره ۷۸/تابستان ۱۴۰۰/ص ۱۸-۱
سایت مجله: https://www.amsr.areeo.ac.ir

مقاله علمی–پژوهشی

ارائۀ الگوی مناسب کشت محصولات باغی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی (مطالعۀ موردی: شهرستان بوئین‌زهرا، استان قزوین)

هوشنگ اردیخانی[۱]، محمد غلامی پرشکوهی[۲*]، داوود محمدزمانی[۳] و محمد قهدریجانی[۴]

۱، ۲ و ۳- به ترتیب: دانشجوی دکتری؛ دانشیار؛ و استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران
۴- استادیار گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۲۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱

چکیده

رسیدن به الگوی کشت باغی مناسبی که بتوان از آن بیشینه بهره را از عوامل و نهاده‌های تولید، به ویژه عامل محدودکننده یعنی آب، به دست آورد ضرورتی انکارناپذیر است. پرسش اصلی در این پژوهش این است که با توجه به وضعیت موجود در باغداری استان قزوین، شرایط بهینه برای تعیین الگوی کشت و اختصاص نهاده‌ها در باغ‌های مختلف بر چه پارامترهایی تاکید دارد. به منظور تعیین الگوی بهینۀ کشت، اطلاعات درآمد و هزینه‌های باغداران به صورت مجزا پرسیده شد. این مقادیر از طریق استفاده از آمارنامه‌های سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین و مصاحبه با باغداران شهرستان بوئین‌زهرا و تکمیل ۷۳ پرسشنامه (روش نمونه‌گیری تصادفی ساده دو مرحله‌ای) برای باغداران در سال ۱۳۹۸ - ۱۳۹۷ استخراج و پردازش شد. مدل برنامه‌ریزی آرمانی نهایی با ٤ متغیر تصمیم برای کل منطقه فرموله شد. همچنین برای ارائۀ الگوی مناسب کشت محصولات باغی از روش برنامه‌ریزی آرمانی با استفاده از نرم‌افزار Lingo Ver. 17 استفاده شد. مطابق با نتایج مدل در مورد کودهای فسفاته و پتاسه کاهش مصرف به میزان ۹/۵ درصد (بیش از میزان آرمان) و در مورد کود نیتروژنی کاهش مصرف به میزان ۸ درصد حاصل شد. در مورد سه آرمان کاهش مصرف علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش موفقیت بیش از حد یعنی به ترتیب ٤/۵، ۵/۷ و ۸ درصد مشاهده شد. با توجه به وجود منابع آبی فراوان در این منطقه، در مورد ۱۲ آرمان مربوط به کاهش آب نیز موفقیت بیش از حد یعنی کاهش یک درصد در مصرف آب مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی

بهره‌وری، مدیریت، مکانیزاسیون کشاورزی، نهاده‌های تولید

مقدمه

کشاورزی، یکی از محورهای اساسی رشد و توسعه، نقش مهمی در توسعۀ اقتصادی کشورها دارد. در جهان امروز یکی از مشکلات اساسی بشر تامین نیازهای غذایی است، به گونه‌ای که امنیت غذایی به عنوان یکی از هدف‌های مهم سرلوحۀ برنامه‌های دولت‌ها قرار گرفته است. پاسخگویی به این نیازها موجب به کارگیری ابزارهای مدرن و مواد شیمیایی جدید مانند انواع کودهای شیمیایی و سموم شده است. اما استفاده بیش از حد و خارج از استاندارد این مواد شیمیایی موجب بروز آثار منفی برای مصرف‌کنندگان و آلودگی محیط زیست شده است. کشاورزی پایدار نوعی کشاورزی است که در جهت منافع انسان پیش می‌رود، کارایی بیشتری در

*نگارنده مسئول: Email: gholamihassan@yahoo.com
http://doi: 10.22092/amsr.2021.342636.1348

استفاده از منابع دارد، و با محیط در توازن است. شواهد و بررسی‌ها نشان می‌دهد که در حال حاضر اکثر تولیدکنندگان به مسائل اقتصادی توجه کمتری دارند، جریان تولید بر اساس احساس تولیدکننده صورت می‌گیرد و نتایج آن تصادفی و همراه با نبود اطمینان است. نوع تولید اغلب بدون برنامه‌ریزی و بدون توجه به وضع بازار انتخاب می‌شود (Khadem Adam, 1991).

با توجه به تنوع اقلیمی، رسیدن به الگوی کشت مناسبی که از آن بتوان بیشینه بهره را از عوامل و نهادهای تولید، به ویژه عامل محدودکننده یعنی آب، به دست آورد ضرورتی انکارناپذیر است. از الگوی کشت تعریف‌های بسیاری موجود است که به نظر می‌رسد جامع‌ترین آنها به شرح زیر باشد: «الگوی کشت عبارت است از تعیین یک نظام کشاورزی با مزیت اقتصادی پایدار مبتنی بر سیاست‌های کلان کشور، دانش بومی کشاورزان و بهره‌گیری بهینه از پتانسیل‌های منطقه‌ای با رعایت اصول اکوفیزیولوژیک تولید محصولات کشاورزی در راستای حفظ محیط زیست». تعریف یاد شده این نکته را نمایان می‌سازد که در بسیاری از مناطق کشور کشت محصولات زراعی، باغی یا بهره‌برداری از مراتع و جنگل‌ها باید متناسب با پتانسیل‌های منطقه ای و عوامل تولید باشد و با توجه به محدودیت‌های اقلیمی موجود، بیلان منفی آب دشت‌ها و نیاز به پایداری تولید محصولات، حرکت در جهت توسعه روش‌های کمک به بهبود سفره‌های زیرزمینی آب و افزایش راندمان مصرف آب الزامی است. همچنین باید نسبت تخصیص زمین‌های کشاورزی و برنامه کشت هر منطقه به انواع گروه محصولات زراعی و باغی همان منطقه از سوی وزارت جهاد کشاورزی تعیین شود و نیز ارائه ترکیب از پیش تعیین شده کشت و آیش برای مجموعه‌ای از گیاهان سازش یافته با محیط در منطقه‌ای معین و دورهٔ زمانی مشخص الزامی است به نحوی‌که با سیاست‌های اقتصادی – اجتماعی دولت هم‌سو باشد.

انتظار می‌رود روش‌های کنونی کشاورزی برای تولید مواد غذایی جمعیت جهان، که طبق پیش‌بینی سال ۲۰۱۲ سازمان ملل متحد، در سال ۲۰۵۰ به ۹ میلیارد نفر می‌رسد، جوابگو نباشد (Dube *et al.*, 2016). به منظور افزایش ظرفیت تولیدی و ثبات تولید محصولات کشاورزی، ایجاد تغییر و تحول ضروری است (Shisanya & Mafongoya, 2016). شناسایی فناوری‌ها و روش‌های موجود و به کارگیری آنها، مناسب‌ترین راه برای رسیدن به این هدف مهم است (Nyanga *et al.*, 2016). این امر مستلزم ساخت پایگاه دانش برای پشتیبانی از این کار است (Branca *et al.*, 2013). از موارد قابل توجه در افزایش تولیدات کشاورزی، افزایش بهره‌وری کشاورزی، سرمایه‌گذاری در مدیریت پایدار زمین و استفاده بهینه از نهاده‌هایی مانند کود آلی، بذر مقاوم و روی آوردن به شیوه‌های حفظ کیفیت آب و خاک است (Kolawole *et al.*, 2016). مدیریت پایدار زمین می‌تواند منافع زیادی برای کشاورزان در زمینهٔ تولید، بهبود حاصلخیزی، حفظ ساختار خاک، حفظ منابع آب، افزایش فعالیت و تنوع جانوران خاک به همراه داشته باشد (Teshome *et al.*, 2016).

از روش‌های تعیین الگوی بهینهٔ کشت و مدیریت واحدهای زراعی و باغی، استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی است. در این زمینه، مطالعات بسیاری در داخل و خارج از کشور صورت پذیرفته است. در تحقیقی، با بهره‌گیری از مدل برنامه‌ریزی آرمانی و در نظر گرفتن دو هدف

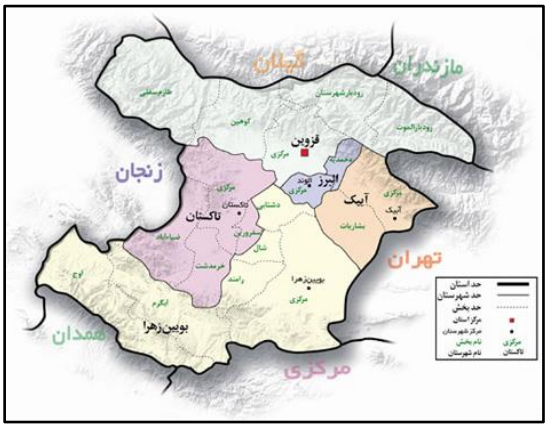
بیشینه‌سازی بازده برنامه‌ای و کمینه‌سازی هزینه‌های جاری، الگوی بهینه کشت در مزارع دشت ناز و بوکان تعیین شد (Asadpoor, 1997; Hajrahimi & Torkamini, 1997). لارا و استانکو میناسیان (Lara & Stancu-Minasian, 1999) برنامه‌ریزی کسری را به عنوان ابزاری برای مدیریت سامانه‌های کشاورزی و سنجش پایداری معرفی کردند. این پژوهشگران نسبت سود به میزان آب مصرفی و نسبت نیروی کار به میزان آب مصرفی را با اعمال محدودیت‌هایی از جمله سرمایه، زمین مورد استفاده، و تناوب زراعی بیشینه کردند و به این نتیجه رسیدند که موانع محاسباتی روش داتا- رائو- تیواری کمتر است تا روش نیکوفسکی و زولکیفسکی. کهنسال و سروری (Kohansal & Soruri, 2013) برای برآورد الگوی بهینه کشت در استان خراسان با استفاده از برنامه‌ریزی خطی چند هدفه فازی با چند تابع عضویت، به این نتیجه رسیدند که روش چند هدفه فازی با تابع عضویت هذلولی بهتر از سایر مدل‌ها توانسته است با توجه به محدودیت‌های موجود، تمامی هدف‌های مورد نظر را برآورده کند.

در پژوهشی دیگر به بهینه‌سازی الگوی کشت با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی در عربستان سعودی پرداخته و هدف‌هایی از قبیل بیشینه‌سازی بازده سالانه، کاهش مصرف آب و تخصیص کارآمد زمین‌های زراعی در میان محصولات رقیب در نظر گرفته شد. میزان مصرف آب در حدود ۵۳ درصد کاهش داشته است (Alabdulkader *et al.*, 2012). شیردلی و دستوار (Shirdeli & Dastvar, 2014) با استفاده از یک مدل ریاضی تک هدفه به بهینه‌سازی الگوی کشت اراضی کشاورزی پایین‌دست سد بوئین پرداختند. هدف مطالعه بیشینه‌سازی درآمد کشاورزان در این منطقه بود و برای تحلیل آن در آینده چهار برنامه پنج ساله را تدوین کردند. نتایج بررسی‌های آنها حاکی از این بود که امکان افزایش قابل توجه درآمد کشاورزان در این منطقه وجود دارد. همچنین میزان افزایش درآمد کشاورزان در برنامه‌های پنج ساله دوم تا چهارم به ترتیب ۲۰، ۴۴/۷ و ۲۵۰/۳ درصد نسبت به اولین دوره پنج ساله خواهد بود. بعد از اتمام آخرین برنامه پنج ساله، میزان بهره‌وری آب از ۵۰ تا ۷۷ درصد افزایش خواهد یافت.

هدف از این پژوهش آن است که با توجه به لزوم توسعهٔ پایدار در تولید محصولات باغی بتوان بر اساس شاخص‌های پایداری فنی، زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی الگوی مناسبی برای سطوح کشت باغ‌های استان قزوین ارائه داد.

مواد و روش‌ها

هدف این پژوهش تعیین چگونگی پراکندگی اراضی باغی منطقهٔ مورد مطالعه بین هشت محصول انگور آبی، پسته آبی، سیب، گردو، هلو، شلیل، زردآلو و بادام آبی با توجه به حفاظت از محیط زیست و توسعهٔ پایدار کشاورزی است.



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی استان قزوین
Fig. 1- Geographical location of Qazvin province

بر اساس نقشه هم‌باران استان، میانگین بارش سالانه در سطح استان از ۲۱۰ میلی‌متر در بخش‌های شرقی تا بیش از ۵۵۰ میلی‌متر در ارتفاعات شمال شرقی متغیر است و خطوط هم‌بارش کم و بیش موازی خطوط تراز هستند. خشک‌ترین مناطق استان از سمت جنوب شرق استان و مناطق بیابانی بوئین‌زهرا شروع و تا بخش‌های جنوبی شهرستان تاکستان امتداد می‌یابد، که این مناطق با بارندگی سالانه بین ۲۱۰ تا ۲۳۰ میلی‌متر مواجه هستند. تنوع اقلیمی زمینه‌ای مساعد برای کشت انواع محصولات گرمسیری و سردسیری در نقاط مختلف استان فراهم کرده است به طوری‌که انواع محصولات گندم، جو، یونجه، پسته، زیتون، گیلاس، سیب، هلو، زردآلو، گردو، انگور، فندق و زالزالک در سطح وسیعی از مزارع کشاورزی استان قزوین کشت می‌شوند. استان قزوین دارای حدود ۷۵۰۰۰ هکتار باغ مثمر است. این استان به لحاظ تولید محصولات باغی رتبه نهم کشور را دارد. چهل و دو درصد سطح باغ‌های مثمر استان قزوین به میزان ۳۱۱۰۰ هکتار به انگور اختصاص دارد. زیتون با ۱۳ درصد سطح کشت شامل ۹۳۰۰ هکتار در ردهٔ دوم محصولات باغی استان است. همچنین، ۱۰ درصد باغ‌های استان قزوین نیز به هلو و شلیل و گیلاس (به نسبت مساوی) اختصاص دارد.

ابزار جمع‌آوری داده‌ها در پژوهش حاضر پرسشنامه و مصاحبه و همچنین آمارنامه رسمی وزارت جهاد کشاورزی در ۱۰ سال اخیر بوده است. در این مطالعه، از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده دو مرحله‌ای استفاده شد. در این روش نمونه‌گیری احتمال انتخاب در هر مرحله برای تمامی واحدهای جامعه یکسان است. جامعهٔ آماری این مطالعه، باغداران بخش جنوبی استان قزوین (شهرستان بویین‌زهرا) بودند که با استفاده از رابطه ۱ حجم نمونهٔ آنها برآورد شد. حجم نمونه پژوهش حاضر از کشاورزان به روش کاملاً تصادفی با سطح اعتماد ۹۵ درصد انتخاب شد.

$$n = \frac{Nt^2S^2}{Nd^2+t^2S^2} \qquad (۱)$$

که در آن،

N= اندازهٔ جامعهٔ آماری در منطقه؛ t= ضریب اطمینان قابل قبول که با فرض نرمال بودن توزیع صفت مورد نظر از جدول t استیودنت به دست آمد؛ S^2= برآورد واریانس صفت مورد مطالعه؛ d= دقت

احتمالی مطلوب و n= حجم نمونه. تعداد جامعهٔ آماری در این تحقیق ۶۸۵ نفر است که با استفاده از رابطهٔ ۱، حجم نمونه ۷۳ برآورد شد.

به منظور تعیین الگوی بهینهٔ کشت اطلاعات درآمد و هزینه‌های باغداران به صورت مجزا پرسیده شد که این مقادیر از طریق استفاده از آمارنامه‌های سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین و مصاحبه با باغداران شهرستان بوئین‌زهرا و تکمیل ۷۳ پرسشنامه برای باغداران در سال ۱۳۹۸ - ۱۳۹۷ استخراج و پردازش شده است. مدل برنامه‌ریزی آرمانی نهایی با ۴ متغیر تصمیم برای کل منطقه فرموله شده است. در این مدل، محدودیت‌های کارکردی شامل سطح زیر کشت، انواع کودها (فسفاته، نیتروژنی و پتاسه)، انواع سموم (علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش)، نیروی کار، آب مصرفی، خدمات ماشینی و سرمایه است. خدمات ماشینی، آب و نیروی کار انسانی به صورت جداگانه و برای چهار دورهٔ آماده‌سازی، کاشت، داشت و برداشت برای ۱۲ ماه در مدل لحاظ شده است. در محدودیت سرمایه، ضرایب متغیرهای کشت (محصولات) برابر با هزینه متغیر محصولات و مجموع سرمایه در دسترس معادل کل هزینه‌های متغیر الگوی فعلی در نظر گرفته شده است.

شاخص‌های اقتصادی در الگوی کشت باید به گونه‌ای تعیین شود تا با انتخاب نوع محصول همراه با افزایش بهره‌وری از منابع موجود (آب و خاک و غیره)، بیشینهٔ درآمد را برای کشاورزان و تولیدکنندگان به همراه داشته باشد و کشاورزان بتوانند با افزایش درآمد و سود حاصل از فروش تولیدات، نسبت به سرمایه‌گذاری و توسعهٔ فعالیت های خود اقدام کنند و بدین ترتیب رونق اقتصادی در بخش کشاورزی حاصل شود. همچنین، حفاظت از منابع پایه (آب و خاک و غیره) و محیطزیست باید به صورت ویژه در طراحی الگوی کشت مورد نظر باشد.

در اثر افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، مشکلات زیست‌محیطی به طور فاجعه‌باری در حال افزایش است (Kalogirou, 2004). آب‌های زیرزمینی به دلیل خالصی و تمیزی، ذخیره مناسب برای آشامیدن هستند و نزدیک به ۶۸ درصد آب‌های شیرین جهان را تشکیل می‌دهند. بنابراین حفظ آنها از منابع آلاینده بسیار مهم است (Babiker *et al.*, 2003). از بین آلوده‌کننده‌های شیمیایی آب‌های زیرزمینی در جهان، نیترات بعد از آفت‌کش‌ها بیشترین نقش را دارد بشکل ب(Bachmat, 1994). نیتروزن عنصری کلیدی در تغذیهٔ گیاهان محسوب می‌شود ولی مصرف نادرست آن با انتقال از زمین‌های کشاورزی به آب‌های زیرزمینی، باعث آلودگی منابع آب زیرزمینی می‌شود. فعالیت‌های کشاورزی در جهان موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی به نیتروژن شده‌اند (Hudak, 2000). همچنین کود نیتروژنی بر مقدار نمک و خاصیت اسیدی و قلیایی خاک تأثیر می-گذارد و آنها را تغییر می‌دهد.

در کنار فواید زیادی که مصرف سموم در کشاورزی به دنبال داشته است، مسألهٔ آلودگی محیط زیست، مواد غذایی و آب آشامیدنی توسط این مواد توجه خاصی را به خود جلب کرده است. پتانسیل نشت به آب‌های زیرزمینی، دوام و سمیت سموم کشاورزی برای ارزیابی خطر استفاده از آنها به کار می‌رود. از خطرهای دیگری که به مکانیزه کردن کاربرد آفت‌کش ارتباط دارد، اثر سمیت زیستی بر گونه‌های طبیعی (جانوران و گیاهان) حساس است (Leiva & Morris, 2001). روش‌های

نادرست سم‌پاشی موجب آسیب به سلامت افراد (کارگران سم‌پاش و کسانی که در معرض بادبردگی سم قرار می‌گیرند) می‌شود. باقی ماندن سموم در مواد غذایی به دلیل استفاده از مقدار نامناسب سم، سلامت انسان‌ها را تهدید می‌کند. این عوامل خطر کاهش سلامت جامعه را افزایش می‌دهند (Baldock & Bishop, 1996).

روش‌ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده‌ها

روش برنامه‌ریزی آرمانی

برنامه‌ریزی آرمانی روشی برای تصمیم‌گیری چند معیار (MCDM) و زیرمجموعهٔ تصمیم‌گیری چند هدفه MODM است و معمولا به صورت مدل برنامه‌ریزی خطی توسعه یافته دیده می‌شود که شامل چندین هدف است که به منشور دستیابی به مقدار مورد انتظار هدف‌ها بیان می‌شود. برنامه‌ریزی آرمانی می‌تواند به طور خاص برنامه‌ریزی خطی باشد هنگامی‌که تنها یک هدف داشته باشد (Haupt & Haupt, 2004). مهم‌ترین دلایل استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی در بهینه‌سازی الگوی کشت و تولید عبارت‌اند از: محدودیت منابع تولید، امکان انتقال منابع، رقابت در کشت محصولات مختلف، تعامل سیستمی در بخش تولید، لزوم مطالعه اقتصاد دستوری در تدوین سیاست‌ها.

ساختار مدل چند هدفهٔ قطعی (Haupt & Haupt, 2004)

در رابطهٔ ۲، مدل چند هدفهٔ قطعی ارائه شده است.

$$\begin{aligned} &Min \quad D=\sum_j \omega_j h_j(d^+,d^-) \\ &s.t: \quad g_i(x)\le 0, \\ &\qquad f_l(x)+d_l^- - d_l^+ = b_l \quad l=1,...,k. \\ &\qquad x,d^+,d^- \ge 0 \\ &\qquad d_l^+.d_l^- = 0 \quad l=1,...,k. \end{aligned} \qquad (۲)$$

که در آن،

Z= بردار از هدف‌های وزن داده شده؛ x = بردار متغیرهای تصمیم‌گیری؛ d_i^-, d_i^+ = به ترتیب انحراف مثبت و منفی از iامین آرمان، $w_k(d^-,d^+)$ = تابع خطی از انحرافات منفی و مثبت که با استفاده از عناصر w (وزن‌ها) اهمیت آرمان‌ها در مدل نشان داده می‌شود.

بر این اساس، متغیرهای تصمیم‌گیری، محدودیت‌ها و ضرایب مرتبط با مدل در طراحی الگوی بهینه کشت در این مطالعه به صورت جدول ۱ تعریف شد. با توجه به متغیرهای تعریف شده در جدول ۱، ساختار آرمان‌های در نظر گرفته شده در مدل را به صورت زیر نشان داده شد.

جدول ۱- متغیرهای تصمیم‌گیری، محدودیت‌ها و ضریب‌های مرتبط با مدل در طراحی الگوی بهینهٔ کشت

Table 1- Decision variables, constraints and coefficients related to the model in designing the optimal cultivation pattern

متغیر Variable	تعریف Definition
A_{CS}	سطح زمین تخصیص داده شده به محصول C در فصل S
L_s	سطح زمین در دسترس برای کاشت محصولات مختلف در فصل S
EWs	مقدار کل آب برآورد شده و در دسترس در سراسر فصل S
ETC	کل سرمایه نقدی در دسترس برای منابع در سراسر سال (ریال)
EMD	تعداد نیروی کار برآورد شده و در دسترس در سراسر سال بر حسب نفر روز کار
EMH	کل ساعات کار ماشین‌های در دسترس در سراسر سال بر حسب ساعت
EMN	مقدار کل کودهای شیمیایی مصرف شده در سراسر سال بر حسب کیلوگرم
EMP	مقدار کل سموم شیمیایی مصرف شده در سراسر سال بر حسب لیتر
MD_{CS}	تعداد نیروی کار مورد نیاز برای هر هکتار از محصول C در فصل S (نفر روز کار)
MN_{CS}	ساعات کار ماشین‌های مورد نیاز برای هر هکتار از محصول C در فصل S (ساعت)
MPO_{CS}	کودهای شیمیایی مصرف شده مورد نیاز هر هکتار از محصول C در فصل S (کیلوگرم)
MH_{CS}	سموم شیمیایی مصرف شده مورد نیاز هر هکتار از محصول C در فصل S (لیتر)
W_{CS}	حجم آب مورد نیاز هر هکتار از محصول C در فصل S (متر مکعب)
AVC_{CS}	متوسط هزینه منابع مختلف هر هکتار از محصول C در فصل S
EP_{CS}	عملکرد هر هکتار محصول C در فصل S (کیلوگرم)
ATP_{CS}	سطح مطلوب مورد نظر تولید (هدف مطلوب) برای محصول c بر حسب کیلوگرم
MP_{CS}	قیمت بازاری در زمان برداشت محصول c در فصل s بر حسب ریال بر کیلوگرم
EMP	کل ارزش بازاری مورد انتظار (مطلوب) از محصولات مختلف
$R_{u,w}$	نسبت تولید محصول سالانه بین uامین و w امین محصول
PR_{cs}	برآورد درآمد ناخالص در واحد سطح محصول c در فصل s بر حسب ریال در هکتار
PRT_{cs}	سطح مطلوب درآمد ناخالص مورد نظر مدیر برای محصول c در فصل s بر حسب ریال
d_i^+	انحراف در جهت مثبت از هدف‌های مطلوب (آرمانی)
d_i^-	انحراف در جهت منفی از هدف‌های مطلوب (آرمانی)

توصیف هدف‌های کلی در ساختار مدل (با توجه به شاخص‌های مورد بررسی پژوهش)

تابع هدف به کارگیری زمین

مهم‌ترین پرسشی که برای مدیریت این منطقه مطرح است، الگوی کشت باغی مناسب محصولات مختلف یعنی میزان زمینی که باید به هر یک از محصولات باغی اختصاص یابد تا هدف‌های مدیر در آن گنجانده شود. بنابراین معادله‌های مربوط به محدودیت زمین به شکل رابطهٔ ۳ وارد مدل شده است:

$$\sum_{c=1}^{C} A_{cs} + d_i^- - d_i^+ = L_s, \qquad s = 1,2,3 \qquad i = 1,2,...,n \qquad (3)$$

که در آن،

n = تعداد محدودیت زمین.

هدف‌های آرمانی عملکرد تولید

معادله‌های مرتبط با محدودیت تولید با در نظر گرفتن تقسیم‌بندی مربوط به کاشت محصولات مختلف در سراسر سال، به شکل رابطهٔ ۴ وارد مدل شده است:

$$\sum_{c=1}^{C} A_{CS} + d_s^- - d_s^+ = L_s \qquad for\ s = 1,2,3$$
$$for\ c = 1,2,...,c \qquad (۴)$$
$$\sum_{S=1}^{C} A_{CS}.EP_{CS} + d_{s+c}^- - d_{s+c}^+ \lesssim ATP_{CS}$$

هدف‌های آرمانی مصرف آب

یکی از جنبه‌های مهم پایداری در تولیدات کشاورزی پایداری منابع آبی است. در سند ملی سازمان حفاظت از محیطزیست جمهوری اسلامی ایران به کاهش ۱۳ درصد در مصرف آب در بخش کشاورزی از سال پایه ۱۳۹۰ تا سال ۱۴۰۴ یا به عبارتی ۰/۹۳ درصد در هر سال اشاره شده است. این آرمان در ۱۲ ماه (مقدار آب مورد نیاز در فصول مختلف) گسترش یافته و هدف کاهش ۰/۹۳ درصدی در مصرف آب است.

معادله‌های مربوط به هدف‌های مصرف آب برای سطوح مختلف تولید محصولات فصلی به صورت رابطهٔ ۵ وارد مدل شده است:

$$\sum_{c=1}^{C} A_{cs}.W_{cs} + d_i^- - d_i^+ = EW_s \qquad s = ۱,۲,۳ \qquad (۵)$$

که در آن،

EWS= مقدار کل آب برآورد شده و در دسترس در سراسر فصل S.

هدف‌های به کارگیری نیروی کار

معادله‌های مرتبط با به کارگیری نیروی کار در فرآیند تولید محصولات در یک سال زراعی به شکل رابطهٔ ۶ وارد مدل شده است:

$$\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1}^{3} A_{cs}.MD_{cs} + d_i^- - d_i^+ = EMD \qquad (۶)$$

که در آن،

EMD= تعداد نیروی کار برآورد شده و در دسترس در سراسر سال بر حسب نفر روز کار.

هدف سرمایه‌گذاری نقدی

این هدف شامل سرمایه نقدی لازم برای تامین هزینهٔ مراحل آماده سازی، کاشت، داشت و برداشت محصولات مختلف است که معادلهٔ مربوط به آن به صورت رابطهٔ ۷ وارد مدل شده است:

$$\sum_{c=۱}^{C}\sum_{s=۱}^{۳} A_{cs}.AVC_{cs} + d_i^- - d_i^+ = ETC \qquad (۷)$$

هدف دسترسی به درآمد ناخالص مطلوب

برنامه‌ریزی برای کاشت محصول با هدف به دست آوردن درآمد ناخالص مورد نظر مدیر در زمان برداشت محصول به‌صورت رابطهٔ ۸ وارد مدل شده است:

$$\sum_{c=۱}^{C}\sum_{s=۱}^{۳} PR_{cs}.A_{cs} + d_i^- + d_i^+ = PRT_{cs} \qquad (۸)$$

آرمان ساعات کار ماشین‌ها

به منظور بهره‌برداری از ماشین‌ها در عملیات شخم، کولتیواتورزنی و غیره، برآوردی از ساعات کار ماشین‌ها در منطقه می‌تواند از هزینه‌های اضافی در اجاره ماشین‌ها جلوگیری کند. بدین منظور معادلهٔ آرمانی ساعات کار ماشین‌ها (در عملیات باغداری) به کار گرفته شده به صورت رابطهٔ ۹ وارد مدل شده

است:

$$\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1}^{S} A_{CS}.MH_{CS} + d^{-}_{C+S+G+2} - d^{+}_{C+S+G+2} \tilde{\leq} EMH \qquad (۹)$$

آرمان استفاده از کودهای شیمیایی

کودهای شیمیایی شامل کود فسفاته، نیتروژنی و پتاسه است. مطابق با مادۀ ۱۴۳ قانون برنامۀ پنج سالۀ پنجم توسعۀ جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۴-۱۳۹۰)، کاهش ۳۵ درصد از میزان کودهای شیمیایی از طریق ترویج استفاده از کودهای آلی و زیستی (ارگانیک) تا پایان برنامه مد نظر قرار دارد که در هر سال این میزان کاهش معادل ۷ درصد است، از این رو آرمان مورد نظر کاهش ۷ درصد در هر یک از انواع کودهای شیمیایی است.

$$\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1}^{3} A_{cs}.MN_{cs} + d_i^{-} - d_i^{+} = EMN \qquad (۱۰)$$

آرمان استفاده از سموم شیمیایی

مصرف بی‌رویۀ سموم کشاورزی به بهای افزایش عملکرد، آسیبی جدی بر منابع طبیعی و محیط‌زیست وارد آورده است. سازمان حفظ نباتات در زمینۀ اجرای طرح تولید محصول سالم و ارگانیک مطابق تکالیف برنامۀ پنجم توسعه کاهش یک درصد در میزان مصرف سموم و ۱۰۰ درصد کردن سلامت محصولات را در اولویت قرار داده است. در پژوهش پیش رو، آرمان مورد نظر کاهش یک درصد هر یک از انواع سموم شیمیایی است.

$$\sum_{c=1}^{C}\sum_{s=1}^{3} A_{cs}.MPO_{cs} + d_i^{-} - d_i^{+} = EMP \qquad (۱۱)$$

ساختارهای اولویت‌بندی هدف‌ها

با توجه به ویژگی‌های خاص الگوی کشت، تقویم عملیات باغی و آبیاری محصولات مختلف رایج در مناطق، طیف بسیار وسیع از ترکیب کشت محصولات باغی، محدودیت زمین‌های قابل کشت و رقابت جدی محصولات در کسب آب مورد نیاز (که ناشی از تنوع محصولات باغی در مناطق است)، مهم‌ترین مدل در برگیرنده اطلاعات فوق، مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی است. برنامه‌ریزی ریاضی باید نه به عنوان یک روش محاسباتی و بهینه سازی، بلکه به عنوان یک روش تحلیلی مد نظر قرار گیرد. دلیل این کار آن است که برنامه‌ریزی ریاضی قادر است رفتار اقتصادی را در فعالیت‌های اقتصادی تحت مدل قرار دهد، خواه این رفتار متعلق به افراد درگیر فعالیت‌های اقتصادی باشد و خواه متعلق به سیستم اقتصادی مورد نظر محقق. به طور کلی، روش برنامه‌ریزی ریاضی مبتنی بر فرض بهینه‌سازی (حداکثرسازی یا حداقل‌سازی) تحت عوامل محدودکننده است. اما نکتۀ قابل توجه آن است که برنامه‌ریزی ر یاضی را می توان در تجزیه و تحلیل تثبیتی نیز به کار گرفت.

در ساختار اولویت‌بندی، هدف‌های زیر به ترتیب در تابع هدف وارد و مدل مرحله به مرحله اجرا شد تا نتیجۀ مطلوب نهایی حاصل شود (Zander & Zander, 2005):

الف) کمینه کردن انحراف در جهت مثبت کاربرد زمین در سراسر فصول مختلف سال (مقید کردن مدل به به کارگیری زمین‌های موجود و نه بیش از آن).

ب) کمینه کردن انحراف در جهت منفی از هدف‌های تولیدی مطلوب (این هدف‌های مطلوب را مدیران شهرستان بوئین‌زهرا تعیین می‌کنند و در مقادیر سمت راست معادله‌های مربوط به تولید نمایان می‌شوند).

ج) کمینه کردن انحراف در جهت مثبت در مصرف آب و نیروی کار (مقید کردن مدل به استفاده از مقدار موجود از منابع آب و نیروی کار و نه بیش از آن).

د) کمینه کردن انحراف در جهت مثبت از به کارگیری سرمایهٔ در گردش در دسترس و کمینه کردن انحراف در جهت منفی از هدف درآمد ناخالص مطلوب مورد نظر مدیران.

$$
\begin{aligned}
&Minimize\ (d_1^+ + d_2^+ + d_3^+)\\
&S.T.:\\
&X_1 + X_2 + X_3 + d_1^- - d_1^+ = 754\\
&X_4 + X_5 + X_6 \ + d_2^- - d_2^+ = 1032\\
&X_7 + X_8 + d_3^- - d_3^+ = 587\\
&A_{cs} \geq 0, \quad d_i^+ . d_i^- = 0
\end{aligned}
\qquad (۱۲)
$$

نکته‌ای که در مدل ساختار اولویت‌بندی بر اساس رابطهٔ ۱۲ باید به آن اشاره شود، ضرایب تخصیص یافته به انحرافات در تابع هدف است. این ضرایب نشان‌دهندهٔ اهمیت هر یک از انحرافات نسبت به انحرافات دیگر در تابع هدف است و غالباً یک ارزش ذهنی است که مدیر آن را تعیین می‌کند و نشان‌دهندهٔ هزینه فرصت هر انحراف نسبت به انحرافات دیگر است. برای مثال، ضریب ۲ که به d_7^- و ضریب ۱/۵ که به انحرافات d_6^- و d_8^- داده شده است، نشان‌دهندهٔ میزان اهمیت این انحرافات نسبت به انحرافات دیگر در همان سطح اولویت است. مرحلهٔ بعد، انتخاب بهترین ساختار اولویت‌بندی از بین ساختارهای مختلف است.

در این پژوهش مطابق با برنامه پنج ساله ششم توسعه جمهوری اسلامی ایران، هدف‌های کاهش ۱۰ درصد در مصرف کودهای شیمیایی و کاهش یک درصد در مصرف سموم در راستای حفاظت از محیط زیست و کاهش ۵/۴ درصد در مصرف آب برای حفاظت از منابع آبی و توسعه پایدار کشاورزی در نظر گرفته شد. همچنین آرمان افزایش ۱۰ درصد بازده برنامه‌ای با توجه به دیدگاه باغداران منطقه در الگو جای گرفت.

به منظور تعیین الگوی بهینه کشت، اطلاعات درآمد و هزینه‌های باغداران به صورت مجزا پرسش شد که این مقادیر با به کارگیری آمارنامه‌های سازمان جهاد کشاورزی استان قزوین و مصاحبه با باغداران شهرستان بوئین‌زهرا (شامل بخش محمدآباد، شهرستانک، حومه، ارداق، شال و رامند) و تکمیل ۸۱ پرسشنامه برای باغداران در سال ۱۳۹۷ - ۱۳۹۶ استخراج و پردازش شد. پرسشنامهٔ مورد استفاده از نوع محقق‌ساخت است که برای محاسبهٔ روایی از شیوه تعیین روایی به شکل محتوایی و برای سنجش پایایی از روش آلفای کرونباخ استفاده شد. شاخص CVR برای پرسشنامه طراحی شده به مقدار ۰/۹۹ برآورد شد. از آنجا که بر اساس نظر پرتی و همکاران (Pretty *et al.*, 2011)، حداقل مقدار CVR برای مناسب بودن روایی محتوایی پرسشنامه ۰/۹۹ است. از این‌رو روایی محتوایی پرسشنامهٔ طراحی شده مناسب تشخیص داده شد. پایایی نیز بر اساس میزان ضریب آلفای کرونباخ (۰/۹۶)، عالی برآورد شد. در این پژوهش از برنامه‌نویسی مدل در محیط نرم‌افزار Lingo Ver. 17 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به الگوی کشت باغی بخش محمدآباد شهرستان بوئین‌زهرا در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که از این جدول برمی‌آید در الگوی کشت بهینه به دست آمده در بخش

محمدآباد، محصولات سیب، هلو، شلیل و بادام آبی حذف و سطح زیر کشت پستهٔ آبی و انگور آبی افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی نشان می‌دهد که حرکت به سمت پایداری از تنوع کشت در منطقه خواهد کاست و تعدادی از محصولات را از الگوی فعلی منطقه حذف می‌کند. به عبارت دیگر برای حرکت به سمت پایداری در منطقهٔ یاد شده باید به سمت تخصصی شدن کشت برخی محصولات خاص سازگار با امکانات منطقه حرکت کرد.

در بخش محمدآباد با توجه به تغییر اقلیم و به خصوص کاهش منابع آب زیرزمینی و افت سطح ایستایی بسیار زیاد بیش از ده‌ها متر و مصرف زیاد محصولات هسته‌دار همچون (هلو و شلیل)، سیب و بادام- سطح زیر کشت بهینهٔ آرمانی کاهش یافته است و محصولات پسته آبی و انگور آبی به دلیل خشکبار بودن در راستای صادرات و افزایش درآمد اقتصادی کشاورزان افزایش می‌یابد و خاک و اقلیم منطقه برای محصولات پسته و انگور مساعدتر است. نتایج تحقیق همچنین نشان می‌دهد که میزان بازده ناخالص نسبت به الگوی فعلی نزدیک به ۲ میلیارد ریال افزایش می‌یابد. میزان کود فسفاته، نیتروژنی و پتاسه به میزان ۴۸/۱، ۲۵/۰۲ و ۲۴/۵ تن کاهش می‌یابد.

از جدول ۳ مشخص است که در الگوی کشت به دست آمده در بخش شهرستانک، محصول سیب حذف و سطح زیر کشت پسته آبی، هلو و بادام آبی افزایش می‌یابد. در این بخش با توجه به اقلیم، خاک و سطح ایستایی آب، سطح زیر کشت بهینهٔ شلیل کاهش داشته و بادام آبی نیز با توجه به اصلاح رقم‌های پیوندی دیرگل برای جلوگیری از سرمازدگی افزایش یافته است.

همان‌طور که جدول ۴ نشان می‌دهد، در الگوی کشت به دست آمده در بخش مرکزی شهرستان بوئین‌زهرا کشت شلیل و زردآلو حذف و سطح زیر کشت پسته آبی و انگور آبی افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی نشان می‌دهد که حرکت به سمت پایداری از تنوع کشت منطقه خواهد کاست و تعدادی از محصولات را از الگوی فعلی منطقه حذف می‌کند.

نتایج پژوهش همچنین نشان می‌دهد که میزان بازده ناخالص نسبت به الگوی فعلی نزدیک به ۲۴ میلیارد ریال افزایش می‌یابد. میزان کود فسفاته، نیتروژنی و پتاسه به میزان ۱۰/۱، ۲۱/۷ و ۱۴/۵ تن کاهش می‌یابد. از مصرف انواع سموم شیمیایی شامل علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش نیز به ترتیب ۱۴۵/۶، ۷۲۰/۵ و ۴۷۸/۸ لیتر کاسته می‌شود. الگوی کشت باغی در بخش مرکزی با توجه به کثرت باغداری در این منطقه به علل کم‌آبی، سطح ایستایی و سرمازدگی و در پیک تولید و نبود زیرساخت‌های صنایع تبدیلی و سردخانه، صرفه اقتصادی ندارد و مشاهد می‌شود که سطح زیر کشت بهینه اقتصادی آرمانی رقم‌های انگور آبی و پسته افزایش یافته است اما سیب، هلو و بادام آبی و گردو کاهش یافته و شلیل و زردآلو به صفر رسیده است.

جدول ۲- نتایج الگوی کشت باغی بخش محمدآباد

Table 2- Results of horticulture cultivation pattern in Mohammadabad district

انحرافات Deviations	سطح زیر کشت(هکتار) Area under cultivation(ha)		سطح زیر کشت (هکتار) Area under cultivation (ha)	محصول Product
	بهینه (آرمانی) Optimal(Ideal)	موجود (هکتار) Available		
$d_1^- = 83.1$	75	55	X1	انگور آبی Irrigate grapes
$d_2^- = 518.7$	1660	1657	X2	پسته آبی Irrigate pistachio
$d_3^- = 812.1$	0	8	X3	سیب Apple
$d_{11}^- = 770.7$	0	8	X4	هلو Peach
$d_{12}^- = 71.03$	0	5	X5	شلیل Nectarine
$d_{14}^+ = 0.12$	0	2	X7	بادام آبی Irrigate almonds

جدول ۳- نتایج الگوی کشت باغی بخش شهرستانک محمدآباد

Table 3- Results of horticulture cultivation pattern in Shahrestanak district

انحرافات Deviations	سطح زیر کشت (هکتار) Area under cultivation (ha)		سطح زیر کشت (هکتار) Area under cultivation (ha)	محصول Product
	بهینه (آرمانی) Optimal(Ideal)	موجود (هکتار) Available		
$d_1^- = 45.41$	310	310	X1	انگور آبی Irrigate grapes
$d_2^- = 180.3$	60	47	X2	پسته آبی Irrigate pistachio
$d_3^- = 0.18$	0	8	X3	سیب Apple
$d_{11}^- = 54.5$	20	16	X4	هلو Peach
$d_{12}^- = 118.1$	20	25	X5	شلیل Nectarine
$d_{14}^+ = 0.25$	15	11	X7	بادام آبی Irrigate almonds

جدول ٤- نتایج الگوی کشت باغی بخش مرکزی

Table 4- Results of horticulture cultivation pattern in Central district

انحرافات Deviations	سطح زیر کشت (هکتار) Area under cultivation (ha)		سطح زیر کشت (هکتار) Area under cultivation (ha)	محصول Product
	بهینه (آرمانی) Optimal(Ideal)	موجود (هکتار) Available		
$d_1^- = 81.5$	620	385	X_1	انگور آبی Irrigate grapes
$d_2^- = 119.3$	4400	3805	X_2	پسته آبی Irrigate pistachio
$d_3^- = 71.6$	240	301	X_3	سیب Apple
$d_{11}^- = 0.26$	400	532	X_4	هلو Peach
$d_{12}^- = 217.5$	0	138	X_5	شلیل Nectarine
$d_{13}^- = 280.3$	0	306	X_6	زردآلو Apricot
$d_{14}^+ = 0.12$	140	205	X_7	بادام آبی Irrigate almonds
$d_{15}^- = 0.45$	470	582	X_8	گردو Walnut

جدول ۵ نشان می‌دهد که در الگوی کشت به دست آمده در بخش ارداق، کشت هلو، زردآلو و بادام آبی حذف می‌شود و سطح زیر کشت پسته آبی، سیب و شلیل افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی نشان می‌دهد که حرکت به سمت پایداری از تنوع کشت منطقه خواهد کاست و تعدادی از محصولات را از الگوی فعلی منطقه حذف می‌کند. به عبارت دیگر، برای حرکت به سمت پایداری در منطقهٔ یاد شده باید به سمت تخصصی شدن کشت برخی محصولات خاص سازگار با امکانات منطقه حرکت کرد.

نتایج پژوهش همچنین نشان می‌دهد که میزان بازده ناخالص نسبت به الگوی فعلی نزدیک به ۵۴ میلیارد ریال افزایش می‌یابد. میزان کود فسفاته، نیتروژنی و پتاسه به میزان ۱۵/۱، ۱۹/۰۲ و ۱۲/۵ تن کاهش می‌یابد.

جدول ۶ نشان می‌دهد که در الگوی کشت به دست آمده در بخش رامند کشت زردآلو حذف و سطح زیر کشت پسته آبی و انگور آبی افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی نشان می‌دهد که حرکت به سمت پایداری از تنوع کشت منطقه خواهد کاست و تعدادی از محصولات را از الگوی فعلی منطقه حذف می‌کند. به عبارت دیگر، برای حرکت به سمت پایداری در منطقهٔ یاد شده باید به سمت تخصصی شدن کشت برخی محصولات خاص سازگار با امکانات منطقه حرکت کرد.

نتایج پژوهش همچنین نشان می‌دهد که میزان بازده ناخالص نسبت به الگوی فعلی نزدیک به ۶/۷ میلیارد ریال افزایش می یابد. میزان کود فسفاته، نیتروژنی و پتاسه به میزان ۷۸/۵، ۳۲/۶ و ۳۱/۹ تن کاهش می‌یابد. بخش رامند، با توجه شرایط مساعد آب و خاک و اقلیم (نسبت به سرمازدگی و دوری از کوهپایه) سطح محصولات انگور آبی، پسته، هلو، گردو، بادام آبی افزایش یافته است. کشت زردآلو با توجه به پیک تولید و زمان کوتاه برداشت و هزینه-های بالای کارگری و دیگر شرایط، مقرون به صرفه نیست.

جدول ۵- نتایج الگوی کشت باغی بخش ارداق

Table 4- Results of horticulture cultivation pattern in Ardaq district

انحرافات Deviations	سطح زیر کشت (هکتار) Area under cultivation (ha)		سطح زیر کشت (هکتار) Area under cultivation (ha)	محصول Product
	بهینه (آرمانی) Optimal(Ideal)	موجود (هکتار) Available		
$d_1^- = 75.1$	950	1125	X_1	انگور آبی Irrigate grapes
$d_2^- = 35.6$	38	22	X_2	پسته آبی Irrigate pistachio
$d_3^- = 112.1$	60	39	X_3	سیب Apple
$d_{12} = 313.2$	0	92	X_4	هلو Peach
$d_{13} = 0.18$	180	114	X_5	شلیل Nectarine
$d_{14}^- = 2.7$	0	5	X_6	زردآلو Apricot
$d_{15}^- = 4.6$	0	3	X_7	بادام آبی Irrigate almonds

جدول ٦- نتایج الگوی کشت باغی بخش رامند

Table 6- Results of horticulture cultivation pattern in Ramand district

انحرافات Deviations	سطح زیر کشت(هکتار) Area under cultivation(ha)		سطح زیر کشت (هکتار) Area under cultivation (ha)	محصول Product
	بهینه (آرمانی) Optimal(Ideal)	موجود (هکتار) Available		
$d_1^- = 35.7$	280	250	X_1	انگور آبی Irrigate grapes
$d_2^- = 0.12$	140	130	X_2	پسته آبی Irrigate pistachio
$d_3^- = 001$	50	50	X_3	سیب Apple
$d_{12} = 65.1$	1600	1400	X_4	هلو Peach
$d_{13} = 0$	50	50	X_5	شلیل Nectarine
$d_{14}^- = 0.18$	0	25	X_6	زردآلو Apricot
$d_{15}^- = 12.5$	84	70	X_7	بادام آبی Irrigate almonds
$d_{16}^- = 18.3$	200	160	X_8	گردو Walnut

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که در الگوی کشت به دست آمده در بخش شال محصولات سیب، هلو و زردآلو حذف و سطح زیر کشت پسته آبی و شلیل افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده از الگوی برنامه‌ریزی آرمانی نشان می‌دهد که حرکت به سمت پایداری از تنوع کشت منطقه خواهد کاست و تعدادی از محصولات را از الگوی فعلی منطقه حذف می‌کند. به عبارت دیگر، برای حرکت به سمت پایداری در منطقهٔ یاد شده باید به سمت تخصصی شدن کشت برخی محصولات خاص سازگار با امکانات منطقه حرکت کرد.

نتایج پژوهش همچنین نشان می‌دهد که میزان بازده ناخالص نسبت به الگوی فعلی نزدیک به ۴/۱ میلیارد ریال افزایش می‌یابد. میزان کود فسفاته، نیتروژنی و پتاسه به میزان ۲۱/۳، ۱۴/۰۸ و ۳/۵ تن کاهش می‌یابد.

بخش باغی شال با توجه به بافت قدیمی سطح زیر کشت انگور تقریباً ثابت می‌ماند و پسته افزایش می‌یابد و کشت سیب، هلو و زردآلو صفر حذف شده است.

نتیجه‌گیری

در این مطالعه، با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی و با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از هدف‌های اقتصادی و زیست‌محیطی سعی در بهینه‌سازی الگوی کشت در منطقه بوئین‌زهرا شد. هدف‌های این پژوهش شامل بررسی امکان کاهش ۱۰ درصد از مصرف کود شیمیایی، کاهش ۶/۸ درصد از سموم و کاهش ۵/۴ درصد از مصرف آب در سال بود و نیز آرمان افزایش ۱۰ درصد در بازده برنامه‌ای با توجه به دیدگاه کشاورزان منطقه در الگو جای گرفت.

مطابق با نتایج مدل، در مورد کودهای فسفاته و پتاسه کاهش ۹/۵ درصد (بیشتر از میزان آرمان) مشاهده شد، اما کود نیتروژنی کاهش ۸ درصد را نشان داده است. با توجه به طرح هدفمندی یارانه‌ها و آزادسازی قیمت کود شیمیایی، این نهاده ها به میزان کمتری نسبت به سال‌های گذشته توزیع شده است. این منطقه نیز از این امر مستثنی نبوده و با توجه به کاهش چشمگیر توزیع کود نیتروژنی نسبت به سایر نهاده‌ها در منطقهٔ یاد شده نتایج به دست آمده قابل توجیه است.

در مورد سه آرمان کاهش علف‌کش، حشره‌کش و قارچ‌کش موفقیت بیش از حد یعنی به ترتیب کاهش ۴/۵، ۵/۷ و ۸ درصد مشاهده می‌شود. با توجه به وجود منابع آبی فراوان در این منطقه (۲۰۰۰ حلقه چاه عمیق، ۳۵۰۰ حلقه چاه نیمه‌عمیق، ۲۵۰ مورد آب‌بندان و ۲ مورد نهر سنتی منشعب از رودخانه‌ها) در مورد ۱۲ آرمان مربوط به کاهش آب نیز موفقیت بیش از حد یعنی کاهش یک درصد در مصرف آب مشاهده شد.

نتایج پژوهش حاضر نیز مانند مطالعات پیشین گویای آن است که به کارگیری روش برنامه‌ریزی آرمانی در بهینه‌سازی هدف‌ها و تخصیص منابع بر الگوی کشت فعلی منطقه و الگوی کشت بهینه خطی برتری نسبی دارد. به عبارت دیگر، استفاده از مدل آرمانی که هدف‌های اقتصادی و زیست محیطی در آن لحاظ شده باشد، برای هر محصول نتایج منطقی‌تری را نسبت به مدل‌های تک هدفه ارائه می‌کند.

نتایج اجرای مدل و تجزیه و تحلیل آن نشان می‌دهد در میان عوامل تولید، آب مهم‌ترین عامل تولیدی است که در فصول بهار و تابستان برای رسیدن به هدف‌های در نظر گرفته شده نیاز به مراقبت و بهره‌برداری علمی‌تر دارد.

جدول ۷- نتایج الگوی کشت باغی بخش شال

Table 7- Results of horticulture cultivation pattern in shawl district

انحرافات Deviations	سطح زیر کشت (هکتار) Area under cultivation (ha)		سطح زیر کشت (هکتار) Area under cultivation (ha)	محصول Product
	بهینه (آرمانی) Optimal(Ideal)	موجود (هکتار) Available		
$d_1^- = 38$	2800	2810	X_1	انگور آبی Irrigate grapes
$d_2^- = 4.7$	60	23	X_2	پسته آبی Irrigate pistachio
$d_3^- = 71.2$	0	43	X_3	سیب Apple
$d_{12} = 81.1$	0	52	X_4	هلو Peach
$d_{13} = 51.7$	100	55	X_5	شلیل Nectarine
$d_{14}^- = 0.7$	0	10	X_6	زردآلو Apricot

مراجع

Alabdulkader, A. M., AI – Amoud, A. I., Awad, A. I., & Awad, F. S. (2012). Optimization of the cropping pattern in Saudi Arabia using a mathematical programming sector model. *Agricultural Economics/ Zemedelska Ekonomika, 12*, 58-69.

Asadpoor, H. (1997). Application of goal planning at determining the optimum model with emphasis on different ways to prioritize goals in the plains of Iran (Case Study Dasht-e-Naz Sari) (M. S. Thesis), Economic Agriculture, University of Tehran, Iran. (in Persian)

Babiker, M., Criqui, P., Ellerman, D., Reilly. J., & Viguier, L. (2003). Assessing the impact of carbon tax differentiation in the European Union. *Environmental Modeling and Assessment, 8,* 187-197.

Bachmat, Y. (1994). Groundwater contamination and control. Marcel decker, Inc., New York.

Baldock, D., & Bishop, K. (1996). Growing greener, sustainable agriculture in the UK, report for council for the protection of rural England (CPRE) and world wide fund for nature (WWF-UK).

Branca, G., Lipper, L., McCarthy, N., & Jolejole, M. C. (2013). Food security, climate change, and sustainable land management. *Agronomy for Sustainable Development, 33*(4), 635–50.

Dube, T., Moyo, P., Ncube, M., & Nyathi, D. (2016). The impact of climate change on agro-ecological based livelihoods in Africa: A review. *Journal of Sustainable Development, 9*(1), 256.

Hajrahimi, M., & Torkamini, J. (1997). Application of goal programming in determining optimum program of agricultural units (Case Study Azarbaijan Gharbi). *Journal of Agricultural and Development Economics, 20*, 39-51. (in Persian)

Haupt, R. L., & Haupt, S. E. (2004). Practical genetic algoritm. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Hudak, P. F. (2000). Regional trends in nitrate content of Texas groundwater. *Journal of Hydrology, 228*, 37-47.

Kalogirou, S. A. (2004). Solar thermal collectors and applications. *Progress in Energy and Combustion Science*, *30*, 231-295.

Khadem Adam, N. (1991). Agricultural Economics Policy in Different Systems and Iran. Second Ed. Information Institute Publications, Tehran. (in Persian)

Kohansal, M., & Soruri, A. (2013). Determining the optimal cultivation pattern of major crops in Khorasan Razavi province using fuzzy multi-objective linear programming and hyperbolic membership function. *Agricultural Economics and Development, 21*(82), 1-11. (in Persian)

Kolawole, O. D., Motsholapheko, M. R., Ngwenya, B. N., Thakadu, O., Mmopelwa, G., & Kgathi, D. L. (2016). Climate variability and rural livelihoods: How households perceive and adapt to climatic shocks in the Okavango Delta, Botswana. *Weather, Climate, and Society*, *8*(2), 131-45. doi: 10.1175/wcas-d-15-0019.1.

Lara P., & Stancu-Minasian I. (1999). Fractional programming: a tool for the assessment of sustainability. *Agricultural Systems, 62*,131-141.

Leiva F. R., & Morris J. (2001). Mechanization and sustainability in arable farming in England. *Journal of Agriculture Engineering Research, 79*(1), 81-90.

Nyanga, A., Kessler, A., & Tenge, A. (2016). Key socio-economic factors influencing sustainable land management investments in th West Usambara Highlands, Tanzania. *Land Use Policy, 51*, 260-266. doi: 10.1016/j.landusepol.2015.11.020.

Pretty, J., Toulmin, C., & Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agriculture. *International Journal of Agricultural Sustainability, 9*(1), 5-24. doi: 10.3763/ijas.2010.0583.

Shirdeli, A., & Dastvar, S. (2014). An optimization technique for cropping patterns and land consolidation: A case study for irrigation network. *Management Science Letters*, *4*(9), 2087-2092.

Shisanya, S., & Mafongoya, P. (2016). Adaptation to climate change and the impacts on household food security among rural farmers in Umzinyathi District of Kwazulu-Natal, South Africa. *Food Security, 8*(3), 597-608. doi: 10.1007/s12571-016-0569-7.

Teshome, A., Graaff, J., Ritsema, C., & Kassie, M. (2016). Farmers' perceptions about the influence of land quality, land fragmentation and tenure systems on sustainable land management in the north western Ethiopian highlands. *Land Degradation & Development, 27*(4), 884-98. doi: 10.1002/ldr.2298.

Zander, I., & Zander, U. (2005). The inside track: on the important (but neglected) role of customers in the resource-based view of strategy and firm growth. *Journal of Management Studies, 42*(8), 1519-1548.

Agricultural Mechanization and Systems Research/Vol.22/No.78/Summer2021/P:1-18

Journal Home Page: https://amsr.areeo.ac.ir

Research Paper

Provide a Suitable Pattern for Growing Horticultural Crops using the Ideal Planning Model

(Case Study: Buin Zahra City of Qazvin Province)

H. Ordikhani, M. Gholami Parshokouhi*, D. Mohammad Zamani and M. Ghahderijani

*Corresponding Author: Associate Professor, Department of Biosystems Engineering, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran. Email: gholamihassan@yahoo.com.
Received: 16 April 2020, Accepted: 30 January 2021
http://doi: 10.22092/amsr.2021.342636.1348

Abstract

Given the vastness of the country's border area and the climatic diversity of the crop and garden various regions, it is an undeniable necessity to achieve a suitable cultivation pattern that can maximize the utilization of factors and institutions of production, especially the water-limiting factor. The main question in this study is that considering the current situation in horticulture in Qazvin province, what parameters emphasize the optimal conditions for determining the cultivation pattern and allocating inputs in different orchards. For this purpose, in this study, first, the relevant technical, environmental, social and economic indices and criteria that have been presented in various research sources were examined. Then, using multi-criteria decision making methods, a composite index of the mentioned indices was presented. In this study, a simple two-step random sampling method was used. In this research, in order to present a suitable pattern for cultivating horticultural products from the ideal planning method using Lingo 17 software was used. According to the results of the model, in the case of phosphate and potash fertilizers, the consumption reduction was observed to be 9.5% (above the ideal level), but in the case of nitrogen fertilizer, the consumption was reduced by 8%. In the case of the three ideals of reducing the consumption of herbicides, insecticides and fungicides, excessive success was observed, i.e. a decrease in consumption of 4.5, 5.7 and 8 percent, respectively. Due to the abundance of water resources in this area, in the case of 12 ideals related to water reduction, too much success was observed, i.e. a one percent decrease in water consumption per month. The results show that the application of ideal planning method in optimizing goals and allocation for each product provides more logical results than single-objective models.

Keywords: Agricultural Mechanization, Efficiency, Management, Production Inputs

© 2021 Agricultural Mehanization and Systems Research, Karaj, Iran. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license)