



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



بهبود بهره‌وری اقتصادی با بهینه‌سازی الگوی کشت در استان یزد

بینا مروج الاحکامی^{۱*}، محمد اکرامی^۲، شجاعت زارع^۳

* بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران. ایمیل:

Bitamoravej@gmail.com

^۲ بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد،

ایران

^۳ بخش تحقیقات اقتصادی، اجتماعی و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش

و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

چکیده:

با توجه به لزوم برنامه‌ریزی موثر در خصوص پایداری عملکرد محصولات زراعی و باغی، در این مطالعه مناسب‌ترین الگوی کشت با هدف ایجاد بیشترین بهره‌وری اقتصادی در استان یزد ارائه شده است. در گام اول اطلاعات پایه شامل اطلاعات هواشناسی، ضرایب گیاهی، ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک، مدیریت آبیاری و اطلاعات مربوط به فنولوژی گیاهان جمع‌آوری شد. بر پایه اطلاعات جمع‌آوری شده، تبخیر-تعرق مرجع، تخمین و اصلاح و سپس نیاز آبی گیاه بر پایه تبخیر-تعرق گیاهی و بارش موثر در شهرستان‌های استان یزد تعیین شد. برنامه‌ریزی آرمانی به منظور دستیابی به الگوی کشت بهینه با هدف کاهش آب مصرفی و افزایش درآمد در محیط GAMS ارائه شد. سناریوهای در نظر گرفته شده برای بهینه‌سازی الگوی کشت شامل سناریوی اول: صرفاً مبتنی بر افزایش درآمد، سناریوهای دوم و سوم: بر اساس افزایش درآمد و برنامه ۵ ساله اول، سناریوهای چهارم و پنجم: مبتنی بر افزایش درآمد و برنامه ۱۰ ساله اول، و سناریوی ششم: مبتنی بر افزایش درآمد و کاهش ۵۰ درصدی سطح زیرکشت بودند. بر اساس نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌شود که بهینه‌سازی الگوی کشت مبتنی بر ایجاد حداکثر درآمد و لحاظ برنامه سازگاری با کم آبی مطابق با برنامه ۱۰ ساله اول لحاظ گردد.

واژگان کلیدی: بهره‌وری، الگوی کشت، راندمان، تبخیرتعرق

مقدمه:

در راستای اهداف برنامه چهارم توسعه مبتنی بر افزایش در تولید محصولات کشاورزی، طراحی صحیح الگوی کشت به منظور دستیابی به بیشترین تولید و افزایش درآمد ضروری است (جعفرزاده و همکاران، ۱۳۹۵). طراحی الگوی کشت باید به نحوی صورت پذیرد تا علاوه بر استفاده بهینه از ظرفیت‌های موجود، بخشی از نیازهای منطقه‌ای و ملی را نیز تأمین نماید. سیاسر و هنر (۱۳۹۶) به بهینه‌سازی تخصیص آب و الگوی کشت محصولات غالب کشاورزی با استفاده از الگوریتم ژنتیک در دشت سیستان پرداختند. بر اساس نتایج این مطالعه الگوی منطقه بهینه نبوده و با اجرای الگوی پیشنهادی، سود حاصل به ازای هر هکتار زمین کشت شده افزایش می‌یابد. همچنین در این مطالعه محصول موثر اقتصادی برای کشت اول گندم و در کشت دوم هندوانه ارائه شد. Zeng et al. (2010) به منظور اعمال الگوی کشت بهینه محصولات زراعی در چین از روش برنامه‌ریزی خطی چندهدفه فازی استفاده کردند. اهداف مدل بهینه‌سازی در این مطالعه دستیابی به بیشینه سود خالص، کمینه تبخیرتعرق و بیشینه تولید غلات بود. بر اساس نتایج این مدل بهینه‌سازی سطح زیرکشت آبی، سودخالص و بهره‌وری اقتصادی آب افزایش یافت. بر اساس نتایج مطالعه وفابخش و همکاران (۱۳۹۸) برنامه اصلاح الگوی کشت به عنوان یکی از راهکارهای احیای دریاچه ارومیه و استفاده پایدار از منابع طبیعی به ویژه آب و



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



زمین در این حوضه مورد بررسی قرار گرفت. اهداف مدل ارایه شده در این مطالعه بیشینه‌سازی درآمد خالص، بهره‌وری اقتصادی آب و کمینه‌سازی مصرف آب و ارزیابی تناسب اراضی برای کشت محصولات زراعی و باغی عمده در حوضه آبریز دریاچه ارومیه بود. نتایج این مطالعه نشان داد که اجرای بهینه‌سازی الگوی کشت با در نظر گرفتن تناسب اراضی و محدودیت‌های منطقه‌ای برای محصولات کشاورزی، منجر به کاهش مصرف آب به میزان ۱۱,۷ درصد و افزایش درآمد کل منطقه و شاخص بهره‌وری اقتصادی آب در مقایسه با الگوی کشت فعلی به میزان ۲۷,۱ و ۴۳,۹ درصد شد. طباطبائی و شهیدی (۱۳۹۶) با تغییر الگوی کشت در روستای مزرعه نو در اردکان یزد به بررسی افزایش بهره‌وری اقتصادی آب پرداختند. بر اساس نتایج این مطالعه تغییر الگوی کشت مطابق با سناریوی تعریف شده باعث افزایش درآمد خالص اقتصادی به میزان سه برابر در مقایسه با الگوی کشت موجود شد. بر اساس مطالعه شاه‌نظری و صادقی (۱۴۰۲) در خصوص بهینه‌سازی معیارهای الگوی کشت بر اساس توسعه پایدار در حوضه آبریز تجن، اولویت‌بندی بر مبنای معیارهای زیست‌محیطی و اقتصادی و افزایش توسعه پایدار منجر به افزایش بهره‌وری فیزیکی به میزان ۱۴۸ درصد، افزایش بهره‌وری زمین به میزان ۹۵ درصد و افزایش بهره‌وری اقتصادی به میزان ۱۳۰ درصد شد. مطالعه حاضر با هدف افزایش بهره‌وری آب کشاورزی و بهره‌وری اقتصادی انجام شده است که در آن نقش مدیریت مصرف آب با تغییر الگوی کشت بر افزایش درآمد خالص کشاورزی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها:

استان یزد با وسعتی معادل ۷۴۶۵۰ کیلومتر مربع در قسمت مرکزی فلات ایران قرار دارد. این استان در بین عرض‌های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی از نصف النهار مبدأ قرار گرفته است. لازمه رسیدن به اهداف این مطالعه، تخمین نیاز آبی گیاهان با توجه به تبخیر-تعرق محاسبه شده در هر منطقه است. بر این اساس، روش تحقیق در این مطالعه مبتنی بر تهیه اطلاعات پایه شامل اطلاعات هواشناسی و تخمین تبخیر-تعرق مرجع، اطلاعات ضریب گیاهی، ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک، اطلاعات مدیریت آبیاری و اطلاعات مربوط به مراحل فنولوژی گیاه است. ۱۵ گونه زراعی و ۳۰ گونه باغی غالب در نظر گرفته شد. به منظور تعیین نیاز آبی گیاهان زراعی و باغی تبخیر-تعرق مرجع (تخمینی با روش فائو پنمن مانیتث) و مقادیر بارش موثر در نظر گرفته شد. برنامه‌ریزی آرمانی در قالب مدل بهینه‌سازی الگوی کشت با استفاده از نرم‌افزار GAMS نوشته شد. مدل ارایه شده در این مطالعه شامل یک بخش فنی و یک بخش اقتصادی است. مهم‌ترین بخش مدل، بخش فنی است که بر اساس اطلاعات هر چه دقیق‌تر این بخش مدل قادر به تصمیم دقیق‌تر خواهد بود. بخش اقتصادی مدل شامل پارامترهای هزینه تولید، قیمت فروش و بحث بازار است. در فاز اول مدل‌سازی بر اساس شرایط موجود و محصولات غالب در هر شهرستان، تولید و مصرف آب بهینه شده و تفاوت مقادیر بهینه شده با مقادیر اولیه به صورت درصد محاسبه می‌گردد. محصول انتخاب شده توسط مدل بر اساس میزان مصرف آب و درآمد خالص تولیدی است. هر محصولی که از نظر درآمد خالص قادر به رقابت با محصولات دیگر نباشد از گردونه انتخاب حذف می‌شود. بنابراین در مدل ارایه شده در این مطالعه، پارامتر سطح زیرکشت به عنوان متغیر تصمیم و تولید، درآمد و آب مصرفی به عنوان تابع هدف لحاظ شده است. سناریوهای بررسی شده در مدل ارایه شده این مطالعه به شرح زیر است:

سناریوی اول: ایجاد حداکثر درآمد با لحاظ محدودیت منابع و با هدف رسیدن به ۵۰ درصد سطح زیر کشت فعلی

سناریوی دوم: ایجاد حداکثر درآمد با محدودیت منابع، لحاظ برنامه ۵ ساله اول در حداقل سطح زیرکشت محصولات اصلی، تغییر در منابع آبی و مصرف و عملکرد



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



سناریوی سوم: ایجاد حداکثر درآمد با محدودیت منابع لحاظ برنامه ۵ ساله اول در حداقل سطح زیرکشت محصولات اصلی بدون لحاظ سبزی و صیفی جات
 سناریوی چهارم: ایجاد حداکثر درآمد با محدودیت منابع با حداقل سطح زیرکشت محصولات اصلی و تغییر در منابع آبی و مصرف و عملکرد مطابق با برنامه ۱۰ ساله اول (به جز کاهش آب در دسترس)
 سناریوی پنجم: ایجاد حداکثر درآمد با محدودیت منابع با حداقل سطح زیرکشت محصولات اصلی و تغییر در منابع آبی و مصرف و عملکرد مطابق با برنامه ۱۰ ساله اول (به جز کاهش آب در دسترس) بدون لحاظ سبزی و صیفی جات
 سناریوی ششم: ایجاد حداکثر درآمد با لحاظ محدودیت منابع

نتایج و بحث:

با بررسی مدل بهینه‌سازی الگوی کشت برای سناریوی اول، تولید محصولات زراعی و باغی به ترتیب ۰٫۸ درصد کاهش و ۱۱۹٫۱ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین افزایش درآمد در این سناریو ۴۳٫۲۴ درصد و کاهش آب مصرفی معادل ۳٫۹ درصد بوده است. در سناریوی دوم، تولید محصولات زراعی ۱۱٫۹ درصد افزایش و تولید محصولات باغی ۱۰٫۱ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین افزایش درآمد در این سناریو ۳۲٫۷ درصد و میزان کاهش آب مصرفی به میزان ۱۷٫۴ درصد خواهد بود. اعمال سناریوی سوم منجر به افزایش تولید محصولات زراعی و باغی به میزان ۱۰ درصد خواهد شد. همچنین در این سناریو افزایش درآمد ۳۱٫۸۷ درصد و میزان کاهش آب مصرفی ۱۷٫۷۵ درصد است. در سناریوی چهارم با تغییر سطح زیرکشت پیشنهادی، میزان افزایش تولید محصولات زراعی و باغی به ترتیب ۲۱٫۲ و ۵۹٫۳ درصد و افزایش درآمد ۷۸ درصد و میزان کاهش آب مصرفی ۱۴٫۷ درصد خواهد بود. در سناریوی پنجم با تغییرات سطح زیرکشت ارایه شده، میزان افزایش تولید محصولات زراعی و باغی به ترتیب ۱۹٫۱ و ۵۹٫۳ درصد و میزان افزایش درآمد ۷۷٫۲ درصد و کاهش آب مصرفی به میزان ۱۵٫۰۵ درصد خواهد بود. در سناریوی ششم با اعمال تغییرات سطح زیرکشت ارایه شده، تولید محصولات زراعی به میزان ۱٫۶ درصد کاهش، تولید محصولات باغی به میزان ۲۳۸٫۷ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین این سناریو به میزان ۸۶ درصد درآمد را افزایش و منجر به کاهش ۷٫۹ درصدی مصرف آب خواهد شد. در شکل (۱) تغییر درآمد خالص تحت سناریوهای متفاوت در شهرستان‌های متفاوت در استان یزد ارایه شده است. بر اساس این شکل بیشترین درآمد خالص در سناریوی ششم ایجاد خواهد شد.



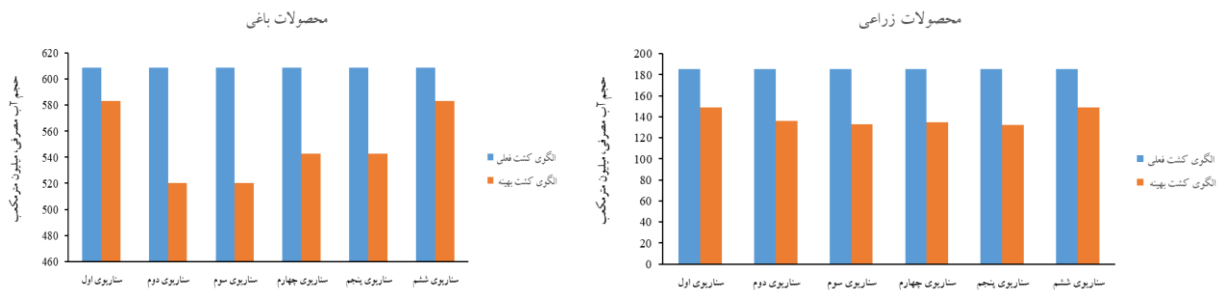
شکل ۱- نمایی از تغییر درآمد خالص ناشی از محصولات زراعی و باغی ناشی از سناریوهای متفاوت تغییر الگوی کشت



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



همچنین در شکل (۲) تغییر حجم آب مصرفی در استان یزد با اجرای بهینه‌سازی الگوی کشت در استان یزد آرایه شده است. با توجه به این شکل بیشترین کاهش آب مصرفی به سناریوهای دوم و سوم بوده است.



شکل ۲- نمایی از تغییر حجم آب مصرفی محصولات زراعی و باغی ناشی از سناریوهای متفاوت تغییر الگوی کشت در استان یزد

درصد تغییرات بهره‌وری اقتصادی (نسبت درآمد خالص به میزان آب مصرفی) در استان یزد، برای سناریوهای اول، دوم، سوم، چهارم، پنجم و ششم به ترتیب ۴۹،۶۱، ۵۵،۲۷، ۵۴،۳۴، ۹۹،۷۴، ۹۸،۸ و ۹۴،۳۲ درصد به دست آمد. بنابراین بر اساس نتایج این مطالعه بیشترین افزایش در بهره‌وری اقتصادی در سناریوی چهارم ایجاد شده است.

نتیجه گیری:

نتایج بهینه‌سازی سناریوهای متفاوت در مطالعه حاضر نشان داد که در سناریوی اول و ششم تولید محصولات باغی و ششم تولید محصولات باغی به صورت قابل توجهی نسبت به سایر سناریوها افزایش یافته است. میزان افزایش درآمد در سناریوی اول ۴۳،۲۴ درصد و در سناریوی ششم ۸۶ درصد بوده است. همچنین کاهش آب مصرفی در سناریوی اول ۳،۹ درصد و در سناریوی ششم ۷،۹ درصد بوده است. لازم به ذکر است که سناریوی اول مبتنی بر افزایش درآمد با کاهش ۵۰ درصدی سطح زیر کشت و سناریوی ششم مبتنی بر افزایش درآمد با لحاظ محدودیت منابع بوده است. در سناریوی چهارم و پنجم میزان افزایش تولید محصولات زراعی و باغی و در نتیجه درصد افزایش درآمد بیشتر از سناریوی دوم و سوم (درصد افزایش درآمد در سناریوی دوم، سوم، چهارم و پنجم به ترتیب ۳۲،۷، ۳۱،۸۷، ۷۸ و ۷۷،۲ درصد بود) تعیین شد. درصد کاهش آب مصرفی در سناریوی دوم و سوم بیشتر از سناریوی چهارم و پنجم بوده است (درصد کاهش آب مصرفی در سناریوی دوم، سوم، چهارم و پنجم به ترتیب ۱۷،۷۵، ۱۷،۴، ۱۷،۷ و ۱۴،۷ درصد بود). بر اساس نتایج این مطالعه سناریوی پیشنهادی که منجر به بهبود بهره‌وری اقتصادی در استان یزد خواهد شد سناریوی چهارم می‌باشد که منجر به بهبود بهره‌وری اقتصادی به میزان ۹۹،۸ درصد خواهد شد. بنابراین پیشنهاد می‌شود بهینه‌سازی الگوی کشت با در نظر داشتن تابع هدف ایجاد حداکثر درآمد و لحاظ برنامه‌سازگاری با کم‌آبی مطابق با برنامه ۱۰ ساله اول لحاظ گردد.



پنجمین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه



منابع:

- جعفرزاده، ا.، خاشعی سیوکی، ع. و شهیدی، ع. (۱۳۹۵). طراحی یک مدل تصمیم گیری چندهدفه به منظور تعیین الگوی کشت بهینه تاثیر پدیده تغییر اقلیم (مطالعه موردی: دشت بیرجند). تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۷(۴)، ۸۴۹-۸۵۹.
- سیاسر، ه. و هنر، ت. (۱۳۹۶). بهینه سازی تخصیص آب و الگوی کشت محصولات غالب کشاورزی با استفاده از الگوریتم ژنتیک. سومین کنفرانس بین المللی مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی. تهران.
- شاه نظری، ع. و صادقی، س. (۱۴۰۲). بهینه سازی معیارهای الگوی کشت مبتنی بر توسعه پایدار و افزایش بهره وری آب کشاورزی در حوضه آبریز تجن. نشریه علوم آب و خاک، ۲۷(۲)، ۱۶۳-۱۷۷.
- طباطبایی، س. م. و شهیدی، ع. (۱۳۹۶). بررسی افزایش بهره وری اقتصادی آب با تغییر الگوی کشت در روستای مزرعه نو در اردکان یزد، نشریه پژوهش آب در کشاورزی، ۳۱(۱)، ۱۱۹-۱۲۸.
- وفابخش، ج.، محمد زاده، آ.، بازرگان، ک. و نویدی، م. ن. (۱۳۹۸). مطالعه تطبیقی الگوی کشت و تناسب اراضی محصولات زراعی و باغی عمده در حوضه آبریز ارومیه. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۳(۱۱)، ۷۷۹-۸۰۵.
- Zeng, X., Kang, S., Li, F., Zhang, L., and Guo, P. (2010). Fuzzy multi-objective linear programming applying to crop area planning. *Agricultural Water Management* 98, 134-142.

Improvement of Economical productivity by optimization of cropping pattern in Yazd Province

Bitra Moravejalahkami^{1*}, Mohammad Ekrami², Shojaat Zare³

^{1*} Soil and Water Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

² Department of Soil Conservation and Watershed Management Research, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

³ Economic, Social and Extension Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.

Abstract:

Given the necessity of effective planning for the sustainability of agricultural and horticultural yields, this study presents the most suitable cropping pattern aimed at maximizing economic productivity. Initially, foundational data, including meteorological data, crop coefficients, hydraulic and physical soil characteristics, irrigation management, and crops phenology, were collected. Based on this data, reference evapotranspiration was estimated and revised, and subsequently, crop water requirements were determined using crop evapotranspiration and effective precipitation in cities of Yazd province. Goal programming was applied to determine the optimal cropping pattern, with the objectives of reducing water usage and increasing income using the GAMS software. The scenarios considered for the optimal cropping pattern included scenario 1: based on maximizing income, scenarios 2 and 3: based on the first 5-year planning and maximizing income, scenarios 4 and 5: based on the first 10-year planning and maximizing income, and scenario 6: based on maximizing income and reducing the cultivation area by 50 percent. The results of the study suggest that optimizing the cropping pattern for maximum income, while considering adaptation programs for water deficits and the first 10-year planning, is the most effective approach.

Keywords: Productivity, cropping pattern, efficiency, evapotranspiration