ISSN(Print): 2008-6407 ISSN (Online): 2423-7248

Research Paper

The Farm Planning in Jam County with Emphasis on Social and Private Benefits

Nafiseh Zekri[1], Mahmood Sabouhi Sabouni[*2], Mahmood Daneshvar Kakhki[3], Arash Dourandish[4]

1. MSc of Agricultural Economics- Natural Resources and Environment, Ferdowsi University of Mashhad.
2. Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
3. Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.
4. Associate Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Tehran.

Received: 2020/02/08
Accepted:2020/12/28
PP:209- 223

Use your device to scan and read the article online

DOI:
10.30495/JAE.2022.24126.2137

Keywords:
Jam County, Gross Margin, Greenhouse Gases, Ground Waters, Multi-Objective Fuzzy Linear Programming.

Abstract

Introduction: In Bushehr province finishing and becoming salty of underground water in some fields like Dayer, Kangan, Jam, Assaluyeh make alarm as an active for water lack in other fields of Bushehr province. This study, considers the objectives of achieving the maximum economic gross margin, the minimum underground water draft as well as the reduced greenhouse gas emissions, then, attempts to determine optimal cropping pattern for farmers in Jam County.

Materials and Methods: The data for the study were obtained following the completion of questionnaires by 60 farmers in Jam County in the years 2017 and 2018. In this regard, a Fuzzy Multi-Objective Linear Programming Model was applied.

Findings: The results illustrated that in the homogeneous group of farmers with more than 3 hectares, growing of crops such as wheat, tomato, cucumber, and onion was decreased, the production of barely, and aubergine was increased, and water intake from ground fields 35%, emission of greenhouse gases 25% was decreased.

Conclusion: However, government may consider some facilities for covering other costs associated with implementation of proposed cropping pattern in the region.

Citation: Zekri N, Sabouhi Sabouni M, Daneshvar Kakhki M, Dourandish A. The Farm Planning in Jam County with Emphasis on Social and Private Benefits: Journal of Agricultural Economics Research. 2022; 14 (3):209-223

* **Corresponding Author:** Mahmood Sabouhi Sabouni
Address: Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
Tell: 09151114327
Email: Sabouhi@um.ac.ir

Extended Abstract

Introduction

There is a crisis-causing gap between the water supply capacity and the intensity of demand in the world. In the last few decades, technological development, oil revenues, and government intervention in the investment and management of water resources have increased the ease of access to this life-giving commodity and weakened its valuable position in society. On the other hand, in addition to the water crisis, due to the energy crisis and the emission of greenhouse gases caused by the excessive consumption of fossil fuels, all efforts are aimed at reducing energy consumption as much as possible, and the agricultural sector is no exception to this issue (2). Improving the efficiency of energy consumption of agricultural systems is one of the key ways to reduce energy consumption because it provides financial savings, protection of fossil resources, and reduction of air pollution (3).

In the operational area of the Water Resources Department of Jam County, there are two fields: Jam with an area of 130 square kilometers, and Riz with an area of 514 square kilometers. These two plains have a reservoir deficit of 17 million cubic meters and the underground water level has dropped by an average of 1.5 meters in each plain in the past years, so they will be officially added to the list of prohibited plains in the near future (7). Therefore, it is necessary to investigate ways to get out of this situation.

In the management of water resources, there is a need to formulate a model to optimize the production activities in the region, so that in addition to improving the existing conditions, resources and inputs can be used in a more optimal way, which will not be achieved only by expanding modern irrigation systems at the level of fields and gardens. Also, in the management of water resources, less attention has been paid to the issue of the environment (reduction of greenhouse gas emissions) in the real world, which makes solving water problems a step further and more difficult than other problems, and in this regard, mathematical programming models can be a suitable tool for choosing a cropping pattern. It is appropriate that considering the environment (reduction of greenhouse gases and water consumption) in the optimal farm program, the phased and interval approach is suitable due to the possibility of considering imprecise and ambiguous data in the model parameters and having more application and more reliable results. . Therefore, according to the stated content, the objectives of this study are to evaluate the current state of the cropping pattern in the farms of Jam county according to the private (gross profit) and social dimensions (reduction of greenhouse gases and water consumption) and to present the cropping pattern in the study area with emphasis on environmental consequences (water consumption and greenhouse gas emissions).

Materials and Methods

Multi-objective linear programming is one of the most used methods in fuzzy models. In this study, three goals are important. The first objective (Z_{Gm}) is to maximize the gross economic return, where c_i is the cost per hectare of cropping and p_i is the selling price of each hectare of model products (in Tomans). The second (Z_{Wa}) and third (Z_{Ca}) goals are to minimize the intake of groundwater and to minimize the emission of greenhouse gases in the proposed cropping model.

The most important production constraints that exist in the study area include the area under cropping, labor, fertilizers, poisons, capital, tractor machine services, water restrictions, non-negativity restrictions, product sales restrictions, hired labor restrictions, and disc and plow restrictions. , the limitation of the disk before the cropping operation, and the limitation of the harvest of products, which are written in the experimental model of the research, respectively.

The designed model is non-linear, which is repeated due to the difficulty of solving non-linear problems linearly with Excel software and by designing the distance λ based on the work of Viramani et al. (20) and solving the model until reaching a set of justified answers.

The statistics and information of the research were prepared by collecting

questionnaires and face-to-face interviews with farmers of Jam County. In order to homogenize the users, the relationship between the gross yield per hectare and the size of the agricultural unit (cropped area) was investigated. Then homogenization of the sample operators was divided into two groups smaller than 3 hectares and larger than 3 hectares using SPSS software and T-test.

Findings

The results of multi-objective fuzzy model estimation in homogeneous groups larger than 3 hectares and with λ equal to 0.23, (λ_R equal to 0.25 and λ_L equal to 0.21) show that the optimal cultivated area is equal to 3.06 hectares, which Tomatoes with 1.05 hectares and sales amount of 42.95 tons have the highest and cucumbers with 0.10 hectares and sales amount of 1.54 tons have the lowest cultivated area. According to the optimal cropping pattern obtained from the estimate, the amount of gross economic return is equal to 151 million Tomans and the amount of intake from underground water and the emission of greenhouse gases are calculated as 24,085 cubic meters and 18,505 kg of carbon dioxide, respectively.

Discussion

The wheat product with a cropped area of 1.78 hectares has the largest amount of cropped area, and without considering watermelon, which is not cropped in homogeneous groups larger than 3 hectares, the two crops of barley and eggplant each with a cropped area of 0.42 hectares have the lowest amount of cropped area in homogeneous groups is larger than 3 hectares. Also, the highest amount of animal manure used in tomato cropping is 25,216 kg in the area under cropping of 1.28 hectares, and the lowest amount of animal manure used in barley cropping is 3,696 kg in the area under cropping of 0.42 hectares. In the cropping of products such as wheat, barley, onion, and eggplant, fungicides and insecticides are not used in barley cropping. The highest average amount of carbon dioxide produced by the irrigation pump is related to tomato cropping with 3,694.89 kg in the cropped area of 1.28 hectares and the lowest amount is related to barley cropping with 718.91 kg in the cropped area of 0.42 hectares, which indicates that tomato The most and barley have the lowest amount of irrigation hours, while the gross yield of tomato at the price of 3,000 Tomans per kilogram and the production amount of 52,544 kg in the cropped area of 1.28 hectares is more than other crops and the gross yield of barley according to the production amount is 1,613 kg. The cultivated area is 0.42 hectares and the price per kilogram is 2,000 Tomans less than other products. Also, according to the information related to the current cropping pattern in this homogeneous group, in general, the total gross economic return is 186 million Tomans, the total amount of groundwater extraction is 37,013 cubic meters, and the total amount of greenhouse gas emissions is 24,581 kg of carbon dioxide.

Conclusion

The present study has determined the optimal cropping pattern by taking into account the goals of maximum gross economic return, minimum intake from underground water, and minimum emission of greenhouse gases. The results showed that in the homogeneous group larger than 3 hectares, the cropping of crops such as wheat, tomatoes, cucumbers, and onions has decreased or zero compared to the current cropping pattern, and the cropping of crops such as barley and eggplant has increased, and in this regard, due to considering, simultaneously, with the three goals, the amount of gross economic return and the amount of intake from underground water and greenhouse gas emissions calculated compared to the current cropping pattern have decreased by 19%, 35%, and 25%, respectively.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

All subjects full fill the informed consent.

Funding

The project was funded by Ferdowsi University of Mashhad.

Authors' contributions

Design and conceptualization: Nafiseh Zekri, Mahmood Sabouhi Sabouni, Methodology and data analysis: Nafiseh Zekri, Mahmood Sabouhi Sabouni, Supervision: Mahmood Sabouhi Sabouni, Mamoud Daneshvar Kakhki, Arash Dourandish, and Final Writing: Nafiseh Zekri.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

شاپا الکترونیکی: ۷۲۴۸-۲۴۲۳ شاپا چاپی: ۶۴۰۷-۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

برنامه‌ریزی زراعی در شهرستان جم با تأکید بر منافع اجتماعی و خصوصی

نفیسه ذکری[۱]، محمود صبوحی صابونی[۲*]، محمود دانشور کاخکی[۲]، آرش دوراندیش[۳]

۱- کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی- منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۲- استاد گروه مهندسی اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.
۳- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۰۸
شماره صفحات: ۲۲۳-۲۰۹

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

DOI: 10.30495/JAE.2022.24126.2137

واژه‌های کلیدی:
شهرستان جم، بازده‌ناخالص، گازهای‌گلخانه‌ای، آب‌های زیرزمینی، برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه.

چکیده

مقدمه و هدف: در استان بوشهر خشک و شور شدن آب چاه‌ها در بسیاری از دشت‌ها ازجمله دیر-کنگان، جم و عسلویه زنگ خطری است که نشان‌دهنده ضربات جبران‌ناپذیر به منابع آب زیرزمینی استان می‌باشد. این مطالعه با در نظر گرفتن اهداف حداکثر بازده ناخالص اقتصادی، حداقل برداشت از آب‌های زیرزمینی و حداقل انتشار گازهای گلخانه‌ای به تعیین الگوی کشت بهینه بهره‌برداران شهرستان جم پرداخته است.

مواد و روش‌ها: داده‌ها از تکمیل پرسش‌نامه ۶۰ بهره‌بردار شهرستان جم در سال‌های ۹۷-۹۶ گردآوری شدند. در این راستا از مدل برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه با روش جدیدی برای حل آن بهره گرفته شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد در گروه همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار کشت محصولاتی از قبیل گندم، گوجه‌فرنگی، خیار و پیاز نسبت به الگوی کشت فعلی کاهش، کشت محصولات جو و بادنجان افزایش‌یافته و مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی ۳۵٪ و انتشار گازهای گلخانه‌ای ۲۵٪ کاهش یافته است

بحث و نتیجه‌گیری: دولت می‌تواند با درنظر گرفتن یک مجموعه تسهیلات برای سایر اجزای هزینه‌بر در فعالیت‌های کشاورزان زمینه ثبات و پایدار ماندن این گونه الگوهای عملکردی در بخش کشاورزی زراعی این منطقه را فراهم آورد.

* **نویسنده مسئول مقاله:** محمودصبوحی‌صابونی
نشانی: دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی.
تلفن: ۰۹۱۵۱۱۱۴۳۲۷
پست الکترونیکی: sabouhi@um.ac.ir

مقدمه

بسیاری از مشکلات در تولیدات کشاورزی عمدتاً درنتیجه سطح بالای وابستگی به انرژی فسیلی است. استفاده زیاد از انرژی فسیلی باعث ایجاد بسیاری از مشکلات زیست‌محیطی می‌شود که گرم شدن زمین و انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG)[1] به‌عنوان مهم‌ترین موارد محسوب می‌شوند (۴). در طول فعالیت‌های کشاورزی، کربن از راه استفاده از زمین و محصولات کشاورزی، سوزاندن سوخت‌های فسیلی، تولید کودهای شیمیایی و آفت‌کش‌ها، تجزیه میکروبی و یا سوزاندن زباله‌های گیاهی و مواد آلی خاک منتشر می‌شوند (۵)، به‌طوری‌که از مقدار نشر گازهای گلخانه‌ای در دنیا، سهم فعالیت‌های کشاورزی در حدود ۱۰ تا ۱۲٪ است (۶).

استان بوشهر از استان‌های جنوبی ایران است که در حاشیه خلیج‌فارس قرار دارد. آب‌وهوای این استان گرم و خشک و در نواحی ساحلی گرم و مرطوب است. حداکثر دمای مطلق ۵۲/۵ و حداقل آن ۱- درجه سانتی‌گراد است، دمای متوسط سالانه استان ۲۵/۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین بارش سالانه استان ۲۲۰ میلی‌متر است. درنتیجه این استان، استانی خشک و کم آب است (۷).

برداشت بی‌رویه و پیرو آن کسری مخزن مشکلات و پیامدهایی را به دنبال دارد که هم‌اکنون برخی از آن‌ها در نقاطی از شهرستان جم بروز کرده‌اند ازجمله:

- شور شدن آب زیرزمینی در اثر پایین رفتن سطح ایستایی و پیشروی آب‌شور،
- کاهش کیفیت منابع آب زیرزمینی،
- پایین رفتن سطح آب چاه‌ها،
- انجام کف‌شکنی و جابجایی پی‌درپی چاه‌ها،
- افزایش هزینه‌های استحصال آب زیرزمینی و
- مهاجرت، بیکاری و افزایش تنش‌های اجتماعی است (۷).

بر اساس اطلاعات جهاد کشاورزی استان بوشهر، کشاورزان شهرستان جم محصولات زیر را کشت می‌کنند:

- محصولات باغی (مرکبات، نخیلات، زیتون)
- محصولات زراعی (گندم، جو، پیاز، گوجه‌فرنگی، بادنجان، سبزی‌ها، هندوانه، خربزه، خیار، کنجد، حبوبات، یونجه) [در این مطالعه فقط محصولات زراعی در نظر گرفته شد.]
- محصولات زینتی و دارویی (گل محمدی، آلوئه‌ورا، رزماری، شاپوری، نرگس، رز، تولید نِشا)
- محصولاتی که به صورت پراکنده کشت می‌شوند (انجیر، کُنار، انگور، توت درختی، سیب، شفتالو و شلیل)

در حوزه عملکردی اداره منابع آب شهرستان جم دو دشت جم با وسعت ۱۳۰ کیلومترمربع و ریز با وسعت ۵۱۴ کیلومترمربع وجود دارد. این دو دشت دارای کسری مخزن ۱۷ میلیون مترمکعب می‌باشند و سطح آب زیرزمینی در سال‌های گذشته به‌طور متوسط ۱/۵ متر در هر دشت افت داشته است، به همین دلیل در آینده‌ای نزدیک رسماً به جمع دشت‌های ممنوعه اضافه خواهند شد (۷). لذا، بررسی راه‌هایی برای بیرون رفت از این وضعیت ضروری است. مطالعات فراوانی در داخل و خارج از کشور در خصوص بهینه‌سازی الگوی کشت مناطق گوناگون و همچنین مدیریت منابع آب زیرزمینی و انتشار گازهای گلخانه‌ای صورت گرفته است.

اسدی و علمدارلو به ارزیابی اقتصادی الگوی بهینه کشت در راستای کاهش استفاده از منابع آب زیرزمینی در دشت دهگلان پرداختند (۸). نتایج نشان داد که با تدوین الگوی بهینه کشت محصولات زراعی، مقدار صرفه‌جویی آب در سناریوی اول تا سوم به ترتیب به مقدار ۲۲/۱، ۳۰/۵، ۳۵/۵ درصد و سود ناخالص مزرعه به ترتیب ۴/۶، ۹/۳، ۱۴/۸ درصد کاهش می‌یابد. اسدی و همکاران به تعیین الگوی کشت بهینه محصولات زراعی شبکه آبیاری دشت قزوین با تأکید بر سیاست کم‌آبیاری و کاهش مصرف کود و سموم شیمیایی پرداختند (۹). نتایج نشان داد که محصولات چغندرقند، یونجه، ذرت دانه‌ای و ذرت علوفه‌ای به دلیل بالا بودن بازده ناخالص نسبت به دو محصول گندم و جو وارد الگوی کشت شدند که اعمال این سیاست منجر به افزایش بازده ناخالص مزرعه (۴/۵ درصد) و کاهش آب مصرفی (۵/۱ درصد) اراضی زراعی منطقه شد. شیرزادی و همکاران به منظور دست‌یابی به تعادل و پایداری سطح سفره آب زیرزمینی حوضه آبریز نیشابور، مدل ترکیبی برنامه‌ریزی ریاضی مثبت (PMP) و روش پویایی سیستم (SD) در چهار زیرحوضه طرح‌ریزی نمودند و اثر تغییر قیمت آب (افزایش ۲۰ و ۴۰ درصدی) بر الگوی کشت، سود، مصرف آب آبیاری کشاورزان و در نتیجه تغییر تراز آب زیرمینی را بررسی کردند (۱۰). نتایج نشان داد، افزایش قیمت آب آبیاری تأثیر بسزایی بر تغییر الگوی کشت، کاهش سود، کاهش مصرف آب آبیاری و در نتیجه بر بهبود سطح تراز آب زیرزمینی دارد. دقیقی و همکاران به تعیین الگوی کشت مطلوب برای افزایش درآمد و کاهش مصرف آب با استفاده از برنامه‌ریزی خطی در دشت آرجان در استان فارس پرداختند (۱۱). نتایج این مطالعه نشان داد که با تغییر الگوی کشت سود خالص ۸٪ افزایش و مصرف آب نیز ۱۳٪ کاهش یافت. تدین‌پور و همکاران به بررسی اثرات زیست‌محیطی تولید فلفل دلمه‌ای با استفاده از تکنیک ارزیابی چرخه حیات در شهرستان دزفول پرداختند (۱۲). نتایج نشان داد که آلاینده‌های CO_2 و NH_3 در تأثیر گرمایش جهانی و اسیدیته در کشت فلفل دلمه‌ای بیش‌ترین اثر را داشتند. تُما و همکاران اثر به‌کارگیری کود سبز را بر روی انتشار گازهای گلخانه‌ای موردمطالعه قراردادند (۱۳). نتایج نشان داد که کاربرد کود سبز اثری کاهشی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد. هدف پلاتیس و همکارانش کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای بود (۱۴). نتایج نشان داد که تولیدات کشاورزی بر روی کیفیت و قابلیت آب تأثیر می‌گذارند و موازنه انرژی، کربن و مصرف آب برای تولیدات پایدار کشاورزی حیاتی است. آرونرَت و همکاران به بررسی استفاده بالقوه از تکنیک‌های کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در تولید برنج پرداختند (۱۵). نتایج نشان داد که عوامل بسیار مهمی که بر تصمیم‌گیری تأثیر می‌گذارند عبارتند از منطقه کاشت، اندازه زمین، درک کشاورزان از عملکرد و انتشار گازهای گلخانه‌ای، کمک‌های مالی و یا هزینه‌های به اشتراک‌گذاری برای متقاعد کردن کشاورزان برای اتخاذ تدابیر

[1] Green House Gases

جدید. بِهِنکی و همکاران به بررسی رابطه بین خواص فیزیکی و شیمیایی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در خاک و تولید محصولات طی یک دوره زمانی ۴ ساله در ایلی‌نویز ایالات‌متحده آمریکا پرداختند (۱۶). نتایج نشان داد که شاخص عملکرد محصولات با سطوح پایین کلسیم خاک و مقادیر پتاسیم همبستگی دارند. گِروِر و همکاران پتانسیل تأثیر گازهای گلخانه‌ای از شیوه مدیریت و فن‌آوری‌های پیشرفته برای کشاورزان کوچک‌مقیاس تحت برنامه توسعه جهانی غذا مورد بررسی قراردادند (۱۷). نتایج نشان داد که بهبود عملکرد مدیریتی و فنّاوری‌های مزارع کوچک، باعث کاهش شدید تولید گازهای گلخانه‌ای از تولید محصولات کشاورزی شد. بررسی مطالعات انجام‌شده در زمینه الگوی کشت نشان می‌دهد، در مدیریت منابع آب نیاز به تدوین الگویی جهت بهینه‌سازی فعالیت‌های تولیدی در منطقه وجود دارد تا علاوه بر بهبود شرایط موجود، از منابع و نهاده‌ها به نحو مطلوب‌تر استفاده شود و نیز با توجه به موارد بررسی‌شده مربوط به مدیریت منابع آبی، تنها با گسترش سامانه‌های نوین آبیاری در سطح مزارع و باغ‌ها مدیریت منابع آب زیرزمینی محقق نخواهد شد. بلکه افزایش راندمان به‌کارگیری سامانه‌ها از راه بهبود مدیریت استفاده از آن‌ها و کنترل سطح زیر کشت باید تحقق یابد. براساس مرور مطالعات انجام شده در جهت مدیریت بهینه مصرف آب در مزرعه، به بهینه‌سازی الگوی کشت در مناطقی که با بحران آب مواجه هستند اقدام شده است. هم‌چنین، در مدیریت منابع آبی، به موضوع محیط‌زیست (کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای) در دنیای واقعی کم‌تر توجه شده است که حل مسائل آب را یک گام فراتر و دشوارتر از سایر مسائل می‌کند که در این راستا مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی می‌تواند ابزار مناسبی برای انتخاب الگوی کشت مناسب باشد که با توجه به محیط‌زیست (کاهش گازهای گلخانه‌ای و کاهش مصرف آب) در برنامه بهینه مزرعه، رهیافت فازی و بازه‌ای، به دلیل امکان در نظر گرفتن داده‌های غیردقیق و مبهم در پارامترهای مدل و دارا بودن کاربرد بیش‌تر و نتایج قابل‌اعتمادتر، مناسب است. بنابراین، با توجه به مطالب بیان شده، اهداف این مطالعه عبارتند از ارزیابی وضعیت موجود الگوی کشت در مزارع شهرستان جم با توجه به ابعاد خصوصی (سود ناخالص) و اجتماعی (کاهش گازهای گلخانه‌ای و مصرف آب) و ارائه الگوی کشت در منطقه مورد مطالعه با تأکید بر پیامدهای محیط‌زیست (مصرف آب و انتشار گازهای گلخانه‌ای).

مواد و روش‌ها

برنامه‌ریزی خطی چند هدفه یکی از بیش‌ترین روش‌هایی است که در مدل‌های فازی مورداستفاده قرار می‌گیرند. در ۱۹۷۰ مفهوم فازی و مدل تصمیم تحت محیط‌های فازی توسط بلمن و زاده[1] پیشنهاد شد (۱۸) و زیمرمن[2] در سال ۱۹۷۸ نخستین کسی بود که مسائل خطی چند هدفه را با اهداف فازی مورد توجه قرارداد (۱۹).

یک مدل ریاضی از مسئله برنامه‌ریزی خطی چند هدفه فازی می‌تواند به‌صورت زیر بیان شود:

$$\begin{aligned} &\text{Max } Z_1(x) = C_1x \\ &\text{Max } Z_2(x) = C_2x \\ &\vdots \quad \vdots \quad \vdots \\ &\text{Max } Z_k(x) = C_kx \\ &\text{Subject to } x \in X = \{x \in E^n \,/\, \tilde{A}x = \tilde{b}, x \geq 0\} \end{aligned} \qquad (۱)$$

که در آن x یک بردار n بعدی از متغیرهای تصمیم است. $Z_1(x).....Z_k(x)$ و k توابع هدف خطی متمایز از بردار تصمیم x است. $C_1, C_2.....C_k$ بردارهای n بعدی هستند. $\tilde{A}$ یک ماتریس فازی محدودیت $m*n$ و $\tilde{b}$ یک بردار فازی ثابت m بعدی است.

در این بخش ابتدا تابع هدف در چهار مرحله به‌وسیله محاسبه محدوده‌های بالا و پایین مقادیر بهینه، فازی می‌شوند. محدوده‌های مقادیر بهینه Z_q^l و Z_q^u می‌باشند که با حل نمودن مسائل برنامه‌ریزی خطی استاندارد به دست می‌آیند (۲۰).

در نظر بگیرید که $Z_q^l = \min (Z_q^1, Z_q^2, Z_q^3, Z_q^4)$, $Z_q^u = \max (Z_q^1, Z_q^2, Z_q^3, Z_q^4)$ باشند. تابع هدف مقادیر بین Z_q^l و Z_q^u، ضرایب فنی مقادیر بین a_{ij} و $a_{ij} + b_{ij}$ و اعداد سمت راست مقادیر b_i و $b_i + p_i$ به خود می‌گیرند و برنامه‌ریزی غیر خطی فازی به برنامه‌ریزی خطی فازی تبدیل می‌شود.

به همین ترتیب، رابطه (۱) به‌صورت مسئله بهینه زیر نوشته می‌شود:

$$\begin{aligned} &\max \lambda \\ &\lambda\left(Z_q^u - Z_q^l\right) - \sum_{j=1}^{n} c_j x_j + Z_q^L \leq 0 \\ &\sum_{j=1}^{n} (a_{ij} + \lambda d_{ij})\, x_j + \lambda p_i - b_i \leq 0 \\ &x_j \geq 0,\ 0 \leq \lambda \leq 1 \end{aligned} \qquad (۲)$$

$\lambda = 1$ و آزمون این‌که آیا یک مجموعه موجه رضایت‌بخش محدودیت‌ها از مسئله (۲) وجود دارد یا خیر انجام می‌شود. اگر یک مجموعه موجه وجود داشته باشد، $\lambda=1$ در نظر گرفته می‌شود در غیر این صورت $\lambda^R = 1$ و $\lambda^L = 0$ در نظر گرفته شده و برای مقادیر $\lambda = \frac{\lambda^L+\lambda^R}{2}$، مقدار λ^R و λ^L به‌صورت زیر تغییر می‌یابد:

$\lambda^L = \lambda$ اگر مجموعه ممکن برای λ غیر تهی باشد.

$\lambda^R = \lambda$ اگر مجموعه ممکن برای λ تهی باشد.

در نتیجه برای هر λ آزمون این‌که برای یک مجموعه موجه یا ممکن مسئله (۲) وجود خواهد داشت، انجام می‌شود و بیش‌ترین

[1] Bellman and Zadeh (1970)
[2] Zimmerman (1978)

مقدار λ^* که با محدودیت‌های مسئله (۲) هم‌خوانی دارد را مورداستفاده قرار می‌دهد.

در این مطالعه سه هدف موردتوجه است. هدف اول (Z_{Gm}) حداکثر کردن بازده ناخالص اقتصادی است که در آن c_i هزینه به ازای کشت هر هکتار و p_i قیمت فروش هر هکتار از محصولات الگو (برحسب تومان) می‌باشند. هدف دوم (Z_{Wa}) و سوم (Z_{Ca}) به ترتیب حداقل کردن مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی و حداقل کردن انتشار گازهای گلخانه‌ای در الگوی کشت پیشنهادی است. wg_i در تابع هدف (Z_{Wa}) بیانگر مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی برای هر هکتار از محصولات (برحسب مترمکعب) است.

مهم‌ترین محدودیت‌های تولید که در منطقه مورد مطالعه وجود دارند، شامل محدودیت سطح زیرکشت، نیروی کار، کود، سم، سرمایه، خدمات ماشینی تراکتور، محدودیت آب، محدودیت غیر منفی بودن، محدودیت فروش محصولات، محدودیت نیروی کار استخدام‌شده، محدودیت دیسک و شخم، محدودیت دیسک قبل از عملیات کشت و محدودیت برداشت محصولات می‌باشد که به ترتیب در الگوی تجربی تحقیق نوشته شده است. قابل به ذکر است که محدودیت‌های فروش محصولات، نیروی کار استخدام‌شده، دیسک و شخم، دیسک قبل از عملیات کشت و برداشت محصولات محدودیت‌های توالی[۱] نامیده می‌شوند که این محدودیت‌ها راهکار مناسب عملیات میدانی را تضمین می‌کنند و تضمین‌کننده این هستند که تمام عملیات مورد رسیدگی قرار می‌گیرند. لذا، باید توجه داشت که بدون این نوع از محدودیت‌ها فعالیت‌هایی که متحمل هزینه هستند، انجام نمی‌شود که این یک فرض غیرواقعی است.

به این ترتیب الگوی تجربی تحقیق با رهیافت برنامه‌ریزی خطی فازی چندهدفه به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\lambda\left(Z_{Gm}^{u}-Z_{Gm}^{l}\right)+ cpl+ cd+\sum_{i=1}^{7}\left(\bar{c}_i px_i\right)+\sum_{i=1}^{7}\left(\bar{c}_i hx_i\right)-\sum_{i=1}^{7}\left(p_i hsx_i\right)+Z_{Gm}^{l}\le 0 \quad (۳)$$

$$\lambda\left(Z_{Wa}^{u}-Z_{Wa}^{l}\right)-\sum_{i=1}^{7}\left(wg_i px_i\right)+Z_{Wa}^{l}\le 0 \quad (۴)$$

$$\lambda\left(Z_{Ca}^{u}-Z_{Ca}^{l}\right)-GHpl-GHd-\sum_{i=1}^{7}\left(GH_i px_i\right)-\sum_{i=1}^{7}\left(GH_i hx_i\right)+Z_{Ca}^{l}\le 0 \quad (۵)$$

$$\sum_{i=1}^{7}\left(1+\lambda\Delta Land_i\right)px_i+\lambda\Delta RHLand-A\le 0 \quad (۶)$$

$$\left(\bar{l}+\lambda\Delta Labor\right)pl+\left(\bar{l}+\lambda\Delta Labor\right)d+\sum_{i=1}^{7}\left(\bar{l}_i+\lambda\Delta Labor_i\right)px_i+\sum_{i=1}^{7}\left(\bar{l}_i+\lambda\Delta Labor_i\right)hx_i+\sum_{k=1}^{2}\left(\bar{l}+\lambda\Delta Labor_k\right)hl_k+\Delta RHLabor-L_k\le 0 \quad (۷)$$

$$\sum_{i=1}^{7}\left(\bar{f}_i+\lambda\Delta Fertilizer_i\right)px_i+\lambda\Delta RHFertilizer-F\le 0 \quad (۸)$$

$$\sum_{i=1}^{7}\left(\overline{po_i}+\lambda\Delta Poison_i\right)px_i+\lambda\Delta RHPoison-PO\le 0 \quad (۹)$$

$$\left(\overline{cp}+\lambda\Delta Capital\right)pl+\left(\overline{cp}+\lambda\Delta Capital\right)d+\sum_{i=1}^{7}\left(\overline{cp_i}+\lambda\Delta Capital_i\right)px_i+\sum_{i=1}^{7}\left(\overline{cp_i}+\lambda\Delta Capital_i\right)hx_i+\Delta RHCapital-CP\le 0 \quad (۱۰)$$

$$\left(\overline{ma}+\lambda\Delta machine\right)pl+\left(\overline{ma}+\lambda\Delta machine\right)d+\sum_{i=1}^{7}\left(\overline{ma_i}+\lambda\Delta Machine_i\right)px_i+\sum_{i=1}^{7}\left(\overline{ma_i}+\lambda\Delta Machine_i\right)hx_i+\Delta RHMachine-MA\le 0 \quad (۱۱)$$

$$\sum_{i=1}^{7}\left(\overline{w_i}+\lambda\Delta Water_i\right)px_i+\lambda\Delta RHWater-W\le 0 \quad (۱۲)$$

$$X_i\ge 0 \quad (۱۳)$$

$$-\left(hx_i+1\,hsx_i\right)\le 0\ \rightarrow\ 1\,hsx_i\le hx_i \quad (۱۴)$$

$$1\,hl_k\le HL \quad (۱۵)$$

$$-1\,pl+1\,d\le 0\ \rightarrow\ 1\,d\le 1\,pl \quad (۱۶)$$

$$-1\,d+1\,px_i\le 0\ \rightarrow\ 1\,px_i\le 1\,d \quad (۱۷)$$

$$-1\,px_i+1\,hx_i\le 0\ \rightarrow\ 1\,hx_i\le 1\,px_i \quad (۱۸)$$

$$0\le\lambda\le 1$$

1- Sequencing constraints

تمام پارامترهای مدل در جدول ۱: جدول نشانه‌گذاری توضیح داده شده است.

جدول ۱- نشانه‌گذاری

مشخصات اندیس	اندیس	مشخصات اندیس	اندیس
تعداد محصول	i	بازده ناخالص اقتصادی	Gm
جنسیت نیروی کار	k	برداشت آب‌های زیرزمینی	Wa
انتشار گازهای گلخانه‌ای	Ca		
مشخصات پارامتر	پارامتر	مشخصات پارامتر	پارامتر
هزینه تولید به ازای هر هکتار محصول i ام (تومان)	C_i	مقدار زمین در دسترس (هکتار)	A
مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای به ازای هر هکتار محصول i ام (کیلوگرم)	GH_i	نیروی کار موردنیاز برای هر هکتار محصول i ام (ساعت/ هکتار)	l_i
هزینه متغیر هر هکتار محصول i ام (تومان/ هکتار)	cp_i	نیروی کار در دسترس آقا یا خانم (ساعت)	L_k
سرمایه در دسترس (تومان)	CP	مقدار کود موردنیاز برای هر هکتار محصول i ام (کیلوگرم/ هکتار)	f_i
خدمات ماشینی تراکتور برای هر هکتار محصول i ام (ساعت/ هکتار)	ma_i	مقدار کود در دسترس (کیلوگرم)	F
خدمات ماشینی تراکتور در دسترس (ساعت)	MA	مقدار سموم موردنیاز برای هر هکتار محصول i ام (لیتر یا کیلوگرم/ هکتار)	po_i
مقدار آب زیرزمینی برای هر هکتار محصول i ام (مترمکعب)	Wg_i	مقدار سموم در دسترس (لیتر یا کیلوگرم)	PO
مقدار آب در دسترس (مترمکعب)	W	نیروی کار استخدام‌شده (ساعت / هکتار)	hl
مقدار آب موردنیاز ماهانه هر هکتار از محصول i ام (مترمکعب / هکتار)	w_i	عملیات برداشت محصول i ام در هر هکتار (کیلوگرم/ هکتار)	hx_i
عملیات کاشت محصول i ام در هر هکتار (هکتار)	px_i	مقدار فروش هر هکتار از محصول i در زمان برداشت (تومان / هکتار)	hsx_i
عملیات دیسک (هکتار)	d	عملیات شخم (هکتار)	pl
تفاضل میان حداکثر و میانگین سطح زیر کشت در هر هکتار	$\Delta Land_i$	قیمت فروش به ازای هر هکتار محصول i ام (تومان)	P_i
تفاضل میان حداکثر و میانگین نیروی کار موردنیاز برای هر هکتار محصول i ام (ساعت/ هکتار)	$\Delta Labor_i$	تفاضل میان حداکثر و میانگین کود موردنیاز برای هر هکتار محصول i ام (کیلوگرم/ هکتار)	$\Delta Fertilizer_i$
تفاضل میان حداکثر و میانگین سرمایه موردنیاز برای هر هکتار محصول i ام (تومان/ هکتار)	$\Delta Capital_i$	تفاضل میان حداکثر و میانگین سم موردنیاز برای هر هکتار محصول i ام (لیتر یا کیلوگرم/ هکتار)	$\Delta Poison_i$
تفاضل میان حداکثر و میانگین آب ماهانه موردنیاز برای هر هکتار محصول i ام (مترمکعب/ هکتار)	$\Delta Water_i$	تفاضل میان حداکثر و میانگین خدمات ماشینی تراکتور برای هر هکتار محصول i ام (ساعت / هکتار)	$\Delta Machine_i$
تفاضل میان حداکثر و میانگین نیروی کار در دسترس (ساعت)	ΔRHLabor	تفاضل میان حداکثر و میانگین سطح زیر کشت در دسترس (هکتار)	ΔRHLand
تفاضل میان حداکثر و میانگین سم در دسترس (لیتر یا کیلوگرم)	ΔRHPoison	تفاضل میان حداکثر و میانگین کود در دسترس (کیلوگرم)	ΔRHFertilizer

تفاضل میان حداکثر و میانگین آب در دسترس (مترمکعب)	ΔRHWater	تفاضل میان حداکثر و میانگین خدمات ماشینی تراکتور در دسترس (ساعت)	ΔRHMachine

(مأخذ: یافته های پژوهش)

در فرآیندهای تولید، انتقال، شکل‌گیری، ذخیره‌سازی، توزیع و کاربرد نهاده‌های کشاورزی از سوی دیگر، و مصرف سوخت‌های فسیلی در اثر استفاده از ماشین‌های کشاورزی از سوی دیگر موجب انتشار گاز دی‌اکسید کربن و دیگر انتشارات گلخانه‌ای به جو می‌شود. در رابطه (۵)؛ GHpl، GHd، GH_ipx_i و GH_ihx_i به ترتیب بیانگر مقدار گازهای گلخانه‌ای منتشرشده در عملیات شخم، دیسک، کاشت و برداشت (برحسب کیلوگرم) می‌باشند. مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای (GH) مجموعه‌ای از مقدار متوسط دی‌اکسید تولید شده از پمپ آب و ضرب مقادیر مصرف کودها و سموم شیمیایی و ساعت کار ماشین‌آلات در ضریب انتشار مربوط به خود می‌باشد که مقدار متوسط دی‌اکسید تولید شده از پمپ آب بسته به موتور گازوئیلی و برقی از ضرب مقدار ساعت آبیاری برای هر محصول و ضریب انتشار مربوط به سوخت دیزل یا الکتریسیته بدست می‌آید (۲۱) که در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- ضریب انتشار گاز گلخانه‌ای هر یک از نهاده‌ها در تولید محصولات

نهاده (واحد)	ضریب انتشار گلخانه‌ای (کیلوگرم معادل دی‌اکسید کربن بر واحد)	مرجع
کود حیوانی (کیلوگرم)	۰/۱۲۶	پیشگارکُمله و همکاران (۲۲)
کود فسفر (P_2O_2) (کیلوگرم)	۰/۲	لال (۲۳)
کود نیتروژن (N) (کیلوگرم)	۱/۳	لال (۲۳)
کود پتاسیم (K_2O) (کیلوگرم)	۰/۱۵	لال (۲۳)
سم قارچ‌کش (لیتر یا کیلوگرم)	۳/۹	لال (۲۳)
سم علف‌کش (لیتر یا کیلوگرم)	۶/۳	لال (۲۳)
سم حشره‌کش (لیتر یا کیلوگرم)	۵/۱	لال (۲۳)
ماشین‌ها (مگا ژول)	۰/۰۷۱	دایر و داسجِردینز (۲۴)، وبسایت سان‌اِرس‌تولز (۲۵)
سوخت دیزل (لیتر)	۲/۶۴	دایر و داسجِردینز (۲۴)، وبسایت سان‌اِرس‌تولز (۲۵)
الکتریسیته (کیلووات ساعت)	۰/۵۶۲	خوشنویسان و همکاران (۲۱) وبسایت سان‌اِرس‌تولز (۲۵)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

گفتنی است در این مطالعه به دلیل اهمیت بُعد محیط زیستی در مدل‌سازی از تجمیع فعالیت‌ها در سطح مزرعه خودداری شده و فعالیت‌های موجود در مزرعه از قبیل شخم، دیسک، فعالیت کاشت، برداشت و فروش به صورت جداگانه مورد توجه قرارگرفته است. چنین نگاهی باعث پیچیده‌تر شدن مدل شده و نیاز به محدودیت‌هایی بوده که توالی انجام فعالیت‌ها در سطح مزرعه را دربرگیرد. افزون برآن، مدل طراحی شده غیر خطی می‌باشد که به دلیل مشکل بودن حل مسایل غیر خطی به صورت خطی با نرم افزار اِکسِل و با طراحی فاصله برای λ براساس کار ویرامانی و همکاران (۲۰) و حل مدل تا رسیدن به یک مجموعه جواب موجه تکرار شده است.

آمار و داده‌های پژوهش از راه جمع‌آوری پرسش‌نامه و مصاحبه‌ی حضوری با کشاورزان شهرستان جم تهیه شده است. برای این منظور در ابتدا به دلیل کوچک بودن جامعه آماری (۱۰۰ نفر) از همه افراد جامعه آماری استفاده‌کننده از چاه که کشاورزان زراعت‌کار در منطقه می‌باشند، پرسش‌نامه در سال‌های (۱۳۹۷- ۱۳۹۶) گردآوری و تکمیل شد. هم‌چنین، حجم نمونه با استفاده از روش کوکران، برابر ۸۱ بدست آمد. به‌منظور همگن‌سازی بهره‌برداران، رابطه بازده ناخالص در هر هکتار با اندازه واحد زراعی (سطح زیر کشت)، مورد بررسی قرار گرفت. سپس همگن‌سازی بهره‌برداران نمونه با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون t به دو گروه کوچک‌تر از ۳ هکتار و بزرگ‌تر از ۳ هکتار تقسیم‌بندی شدند.

نتایج و بحث

محصولات کشت شده توسط بهره‌برداران نمونه که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفته شدند، شامل گندم، جو، گوجه‌فرنگی، خیار، پیاز، بادنجان و هندوانه می‌باشند که متوسط سطح زیر کشت و مقادیر متوسط انواع کود و سموم مصرفی مربوط به هریک از محصولات موجود در الگوی فعلی و بازده ناخالص و برداشت از

آب‌های زیرزمینی و انتشار گازهای گلخانه‌ای بدست آمده از این الگو، برای گروه همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار در جدول ۳ گزارش‌شده است.

جدول ۳- اطلاعات الگوی کشت فعلی (گروه همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار)

نام محصول / اطلاعات موردنیاز	گندم (px_1)	جو (px_2)	گوجه‌فرنگی (px_3)	خیار (px_4)	پیاز (px_5)	بادنجان (px_6)
متوسط سطح زیر کشت (ha)	۱/۷۸	۰/۴۲	۱/۲۸	۰/۴۴	۰/۷۴	۰/۴۲
مقدار کود حیوانی مصرفی (کیلوگرم)	۴۴۵۰	۳۶۹۶	۲۵۲۱۶	۹۵۳۳	۱۴۰۶۰	۶۳۰۰
مقدار کود فسفر مصرفی (P_2O_2) (کیلوگرم)	۲۸۴/۸	۲۱	۶۰/۰۳	۲۳/۷۶	۳۹/۶۴	۵۴/۶
مقدار کود نیتروژن مصرفی (N) (کیلوگرم)	۲۱۳/۶	۴۹/۱۴	۱۲۰/۳۲	۲۳/۷۶	۴۳/۳۴	۱۹/۳۲
مقدار کود پتاسیم مصرفی (K_2O) (کیلوگرم)	۱۶۰/۲	۳۷/۸	۱۳۰/۵۶	۲۲	۲۲/۷۳	۵۲/۵
مقدار سم قارچ‌کش مصرفی (لیتر)	۰	۰	۷/۱۷	۲/۲	۰	۰
مقدار سم علف‌کش مصرفی (لیتر)	۱/۶۴	۰/۴۵	۶/۵۹	۰/۸۸	۳/۳۸	۰/۶۷
مقدار سم حشره‌کش مصرفی (لیتر)	۳/۵۶	۰	۸/۹۶	۱/۲۵	۰/۱	۱/۸۵
مقدار ساعت کار ماشین‌آلات (ساعت)	۶۱/۵۹	۷/۷۳	۱۶/۶۴	۴/۶۹	۵/۹۲	۴/۲
مقدار متوسط دی‌اکسید پمپ (کیلوگرم)	۲۲۰۳/۷۷	۷۱۸/۹۱	۶۴۸۰/۱۳	۷۲۴/۲۴	۳۶۲۶/۵۵	۱۸۷۷/۰۳
مقدار تولید (کیلوگرم)	۶۷۶۴	۱۶۱۳	۵۲۵۴۴	۶۷۴۷	۲۳۴۶۹	۱۱۱۷۲
قیمت یک کیلو محصول (تومان)	۱۵۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۲۵۰۰	۱۲۰۰	۲۰۰۰
بازده ناخالص (میلیون تومان)	۱۰/۳	۰/۹۹	۱۲۷/۶۷	۱۲/۹۳	۱۸/۴۵	۱۶/۱۱
بازده ناخالص کل (میلیون تومان)			۱۸۶			
کل برداشت از آب‌های زیرزمینی (مترمکعب)			۳۷۰۱۳			
کل انتشار گازهای گلخانه‌ای (کیلوگرم)			۲۴۵۸۱			

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به این جدول، محصول گندم با سطح زیر کشت ۱/۷۸ هکتار دارای بیش‌ترین مقدار سطح زیر کشت است و بدون در نظر گرفتن هندوانه که در گروههای همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار کشت نمی‌شود، دو محصول جو و بادنجان هر کدام با سطح زیر کشت ۰/۴۲ هکتار دارای کم‌ترین مقدار سطح زیر کشت در گروههای همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار می‌باشند. هم‌چنین، بیش‌ترین مقدار کود حیوانی بکاررفته درکشت محصول گوجه‌فرنگی با ۲۵۲۱۶ کیلوگرم در سطح زیرکشت ۱/۲۸ هکتار و کم‌ترین مقدار مصرف کود حیوانی مربوط به کشت جو با ۳۶۹۶ کیلوگرم در سطح زیرکشت ۰/۴۲ هکتار است. درکشت محصولاتی از قبیل گندم، جو، پیاز و بادنجان از سم قارچ‌کش و هم‌چنین، از سم حشره‌کش درکشت جو استفاده نمی‌شوند. بیش‌ترین مقدار متوسط دی‌اکسیدکربن بدست آمده از پمپ آبیاری مربوط به کشت گوجه‌فرنگی با ۳۶۹۴/۸۹ کیلوگرم در سطح زیرکشت ۱/۲۸ هکتار و کم‌ترین مقدار مربوط به کشت جو با ۷۱۸/۹۱ کیلوگرم درسطح زیرکشت ۰/۴۲ هکتار می‌باشد که این نشان‌دهنده این است که گوجه‌فرنگی بیش‌ترین و جو کم‌ترین مقدار ساعت آبیاری را دارا می‌باشند و این در حالی است که بازده ناخالص گوجه‌فرنگی به قیمت کیلویی ۳۰۰۰ تومان و مقدار تولید ۵۲۵۴۴ کیلوگرم درسطح زیرکشت ۱/۲۸ هکتار بیش‌تر از محصولات دیگر و بازده ناخالص جو با توجه به مقدار تولید ۱۶۱۳ کیلوگرم در سطح زیرکشت ۰/۴۲ هکتار و قیمت کیلویی ۲۰۰۰ تومان از دیگر محصولات کم‌تر است. هم‌چنین، در حال حاضر با توجه به اطلاعات مربوط به الگوی کشت فعلی در این گروه همگن، روی هم رفته، بازده ناخالص اقتصادی کل ۱۸۶ میلیون تومان و کل مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی ۳۷۰۱۳ مترمکعب و کل مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای ۲۴۵۸۱ کیلوگرم دی‌اکسیدکربن است.

نتایج بدست آمده از مدل برنامه‌ریزی خطی فازی چند هدفه

در این قسمت به دلیل یکسان بودن روش انجام کار فقط الگوی کشت برای گروه همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار بیان می‌شود. نتایج

بدست آمده از برآورد اولیه مدل برای دست‌یابی به Z_q^l و Z_q^u و سپس نتایج بدست آمده از برآورد مدل‌ها بر اساس رهیافت فازی (چندهدفه)، برای گروه همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار در جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است.

جدول ۴- نتایج مدل برای دست‌یابی به Z_q^l و Z_q^u (گروه همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار)

مراحل برآورد	عنوان	حداکثر کردن بازده ناخالص اقتصادی (میلیون تومان) (Z_1)	حداقل کردن برداشت از آب‌های زیرزمینی (مترمکعب) (Z_2)	حداقل کردن انتشار گازهای گلخانه‌ای (کیلوگرم) (Z_3)
مرحله اول	میانگین – میانگین	۱۸۶	۲۶۹۷۲	۲۲۱۰۹
مرحله دوم	حد بالا – میانگین	۱۲۸	۱۸۹۸۴	۱۵۸۳۹
مرحله سوم	میانگین – حد بالا	۲۲۸	۳۷۱۷۷	۲۷۴۲۱
مرحله چهارم	حد بالا – حد بالا	۱۸۱	۳۱۹۴۱	۲۲۰۵۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در جدول ۴، Z_1^uبرابر ۲۲۸ میلیون تومان، Z_2^u برابر ۳۷۱۷۷ مترمکعب و Z_3^u برابر ۲۷۴۲۱ کیلوگرم و Z_1^l برابر ۱۲۸ میلیون تومان، Z_2^l برابر ۱۸۹۸۴ مترمکعب و Z_3^l برابر ۱۵۸۳۹ کیلوگرم است. سپس با جایگزینی این مقادیر در رابطه‌های (۳) تا (۵) برای دست‌یابی به الگوی کشت بهینه، مدل را برآورد و نتایج آن در جدول ۵ نشان داده شده است.

جدول ۵- نتایج مدل برنامه‌ریزی خطی فازی چند هدفه (گروه همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار)

نام (نماد)	مقدار بهینه (هکتار)	نام (نماد)	مقدار بهینه (هکتار)	نام (نماد)	مقدار بهینه (تن)
شخم (pl)	۳/۰۶		-		
دیسک (d)	۳/۰۶		-		
کاشت گندم (Px_1)	۰	برداشت گندم (hx_1)	۰	فروش گندم (hsx_1)	۰
کاشت جو (Px_2)	۰/۷۸	برداشت جو (hx_2)	۰/۷۸	فروش جو (hsx_2)	۲/۹۹
کاشت گوجه‌فرنگی (Px_3)	۱/۰۵	برداشت‌گوجه‌فرنگی(hx_3)	۱/۰۵	فروش گوجه‌فرنگی (hsx_3)	۴۲/۹۵
کاشت خیار (Px_4)	۰/۱۰	برداشت خیار (hx_4)	۰/۱۰	فروش خیار (hsx_4)	۱/۵۴
کاشت پیاز (Px_5)	۰/۲۲	برداشت پیاز (hx_5)	۰/۲۲	فروش پیاز (hsx_5)	۷/۱۳
کاشت بادنجان (Px_6)	۰/۹۱	برداشت بادنجان (hx_6)	۰/۹۱	فروش بادنجان (hsx_6)	۲۴/۱۶
بازده ناخالص کل (میلیون تومان)				۱۵۱	
کل برداشت از آب‌های زیرزمینی (مترمکعب)				۲۴۰۸۵	
کل انتشار گازهای گلخانه‌ای (کیلوگرم)				۱۸۵۰۵	

λ = ۰/۲۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج بدست آمده از برآورد مدل فازی چندهدفه در گروههای همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار و با λ برابر ۰/۲۳، (λ^R برابر ۰/۲۵ و λ^L برابر ۰/۲۱)، در جدول (۸)، نشان می‌دهند مقدار سطح زیر کشت بهینه برابر با ۳/۰۶ هکتار است که گوجه‌فرنگی با ۱/۰۵ هکتار و مقدار فروش ۴۲/۹۵ تن بیش‌ترین و خیار با ۰/۱۰ هکتار و مقدار فروش ۱/۵۴ تن کم‌ترین مقدار سطح زیر کشت دارا می‌باشند.

همچنین، مقدار کشت گوجه‌فرنگی از ۱/۲۸ به ۱/۰۵ هکتار، خیار از ۰/۴۴ به ۰/۱۰ هکتار و پیاز از ۰/۷۴ به ۰/۲۲ هکتار، نسبت به الگوی کشت فعلی، کاهش یافته و جو از ۰/۴۲ به ۰/۷۸ هکتار و بادنجان از ۰/۴۲ به ۰/۹۱ هکتار نسبت به الگوی کشت فعلی افزایش یافته است. با توجه به الگوی کشت بهینه بدست آمده از برآورد، مقدار بازده ناخالص اقتصادی برابر ۱۵۱ میلیون تومان و مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی و انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز به ترتیب ۲۴۰۸۵ مترمکعب و ۱۸۵۰۵ کیلوگرم دی‌اکسید کربن محاسبه‌شده که نسبت به مقدار بازده ناخالص (۱۸۶ میلیون تومان) و مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در الگوی کشت فعلی (۳۷۰۱۳ مترمکعب و ۲۴۵۸۱ کیلوگرم دی‌اکسید کربن) به‌ترتیب ۱۹٪، ۳۵٪ و ۲۵٪ کاهش یافته است که این کاهشِ مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی و مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای به دلیل عدم کشت محصول گندم و کاهش کشت گوجه‌فرنگی و خیار که پیرو آن کاهش مصرف کودها و سموم شیمیایی و کاهش مقدار ساعت کار با ماشین‌آلات و کاهش دی‌اکسیدکربن ناشی از پمپ آبیاری را دارد؛ است. همچنین، با درنظرگرفتن همزمان سه هدف، بازده ناخالص اقتصادی نیز در راستای کاهش مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی و مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش یافته که این کاهش در بازده ناخالص بیش‌تر به دلیل کاهش کشت محصول گوجه‌فرنگی که بیش‌ترین درآمد را نسبت به دیگر محصولات مورد مطالعه دارد و به دلیل عدم کشت محصول گندم می‌باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

این مطالعه با در نظر گرفتن اهداف حداکثر بازده ناخالص اقتصادی و حداقل برداشت از آب‌های زیرزمینی و حداقل انتشار گازهای گلخانه‌ای به تعیین الگوی کشت بهینه پرداخته است. بدین منظور ۶۰ پرسش‌نامه از کشاورزان شهرستان جم تکمیل شد که بهره‌برداران نمونه برای تعیین الگوی کشت بهینه به دو گروه همگن کم‌تر و بزرگ‌تر از ۳ هکتار تقسیم‌بندی شدند. نتایج نشان داد که در گروه همگن بزرگ‌تر از ۳ هکتار کشت محصولاتی از قبیل گندم، گوجه‌فرنگی، خیار و پیاز نسبت به الگوی کشت فعلی کاهش و یا صفر شده و کشت محصولاتی همچون جو و بادنجان افزایش یافته و در همین راستا به دلیل در نظر گرفتن همزمان سه هدف، مقدار بازده ناخالص اقتصادی و مقدار برداشت از آب‌های زیرزمینی و انتشار گازهای گلخانه‌ای محاسبه‌شده نسبت به الگوی کشت فعلی به‌ترتیب ۱۹٪، ۳۵٪ و ۲۵٪ کاهش یافته است. با توجه به یافته‌های پژوهش که مقدار برداشت آب‌های زیرزمینی و انتشار گازهای گلخانه‌ای کاهش یافته است و با در نظرگرفتن بحران کمبود آب و گرم شدن جهانی در اثر افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش کشاورزیِ کشور، دولت می‌تواند با درنظر گرفتن یک مجموعه تسهیلات برای سایر اجزای هزینه‌بر در فعالیت‌های کشاورزان و خریداری باقیمانده‌ی حق آب برداشت؛ زمینه ثبات و پایدار ماندن این گونه الگوهای عملکردی در بخش کشاورزی زراعی این منطقه را فراهم آورد. همچنین، به دلیل اینکه برداشت آب‌های زیرزمینی و انتشار گازهای گلخانه‌ای دو پدیده‌ی همواره در تقابل با یکدیگرند، نیز افزایش برداشت آب از منابع زیرزمینی موجب می‌شود که انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش یابد و دلایل افزایش مصرف آب در کشاورزی این منطقه ناشی از تبخیر سطحی بالا نسبت به عرض‌های جغرافیایی بالاتر کشور می‌باشد، استفاده از مخزن آب تمیز و پساب تصفیه‌شده در فرایند کشت و استفاده از آبیاریِ نوین ریشه‌ای به‌ویژه در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود. هم چنین استفاده از نتایج مدل برنامه‌ریزی ریاضی با رهیافت فازی چندهدفه که قادر به دخالت دادن و لحاظ کردن این شرایط در عملیات بهینه‌سازی می‌باشند نظیر الگوهای مورد استفاده در این پژوهش؛ برای تهیه الگوی کشت بهینه در مناطق گوناگون، ضروری به نظر می‌رسد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در این مطالعه فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

حامی مالی

هزینه‌های این مطالعه توسط دانشگاه فردوسی مشهد تامین شد.

مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: نفیسه ذکری، محمود صبوحی صابونی؛ روش شناسی و تحلیل داده‌ها: نفیسه ذکری، محمود صبوحی صابونی؛ نظارت: محمود صبوحی صابونی، محمود دانشور کاخکی، آرش دوراندیش و نگارش نهایی: نفیسه ذکری.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

References

1. Neyrizi, S. Water economic value in agriculture. Water and Sustainable Development Magazine (Bushehr Province Dept.). 2015; 2 (2): 1-74.
2. Ajabshirchi-Oskuei, D., Taaki, M., Abdi, R., Ghobadifar, A., Ranjbar, A. Evaluation of energy productivity in dry farming of wheat by data envelopment analysis technique (DEA): (case study: Seilakhor plain). Agricultural Machine Magazine. 2011; 1(2): 122-132. https://jame.um.ac.ir/

3. Banaeian, N., Zangeneh, M. Study on energy efficiency in corn production of Iran. Energy.2011; *36:* 5394-5402. DOI: 10.1016/j.energy.2011.06.052
4. Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Mousazadeh, H. Reduction of CO_2 emission by improving energy use efficiency of greenhouse cucumber production using DEA approach. Energy. 2013; 55: 676-682. DOI: 10.1016/j.energy.2013.04.021
5. Hatirli, S.A., Ozkan, B., Fert, C. An econometric analysis of energy input-output in Turkish agriculture. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2005; 9: 608-623. DOI:10.1016/j.rser.2004.07.001
6. IPCC. IPCC Assessment Report 4. 2007. www.ipcc.ch
7. Power Department, Bushehr Water Company. Symposium of groundwater Beneficiaries of Jam County. Jahad-Keshavarzi of Jam County. 2016; 1-18.
8. Asadi, M., Alamdarlo, H. Economic evaluation of optimum cropping pattern for reducing the use of groundwater in Dehgolan plain. Journal of Agricultural Economics and Development Research. 2019; 50(1): 29-43. DOI:10.22059/IJAEDR.2018.249900.668543
9. Asaadi, M., Khalilian, S., Mousavi, H. Effect of deficit irrigation simultaneously with reduced usage of fertilizer and chemical pesticides on changing cropping pattern in Qazvin irrigation network. Journal of Water Research in Agriculture. 2019; 33 (1): 121-137. https://jead.um.ac.ir
10. Shirzadi, S., Sabouhi-Sabouni, M., Davari, K., Keykha, A. The effect of costing policy for irrigation water on underground water level of Neyshabur basin. Journal of Agricultural Economic Research. 2018; (39): 187-220. https://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1070013.html#tabs-2
11. Daghighi, A., Nahvi, A., Kim, U. Optimal cropping pattern to increase revenue and reduce water use: application of linear programming to Arjan Plain in Fars Province. Agriculture. 2017; 7(9): 1-11. https://doi.org/10.3390/agriculture7090073
12. Tadayonpour, N., Sabzghabaei, G., Dashti, S. Evaluating the environmental impacts of the bell pepper production system using the life cycle assessment technique (case study: Dezful County). Agriculture Knowledge and Sustainable Production. 2019; 29(2): 39-51. https://www.sid.ir/paper/180722/en
13. Toma, Y., Nufita sari, N., Akamatsu, K., Oomori, S., Nagata, O., Nishimura, S., Purwanto, B., Ueno, H. Effects of green manure application and prolonging mid-season drainage on greenhouse gas emission from paddy fields in Ehim, southwestern Japan. Agriculture. 2019; 9(29): 1-17. https://doi.org/10.3390/agriculture9020029
14. Platis, D., Anagnostopoulos, C., Tsaboula, A., Menexes, G., Kalburtji, K., Mamolos, A. Energy analysis, and carbon and water footprint for environmentally friendly farming practices in agroecosystems and agroforestry. Sustainability. 2019; 11(1664): 1-11. https://doi.org/10.3390/su11061664
15. Arunrat, N., Sereenonchai, S., Pumijumnong, N. On-farm evaluation of the potential use of greenhouse gas mitigation techniques for rice cropping: a case study in Thailand. Climate. 2018; 6(36): 1-17. https://doi.org/10.3390/cli6020036
16. Behnke, G., Pittelkow, C., Nafziger, E., Villamil, M. Exploring the relationships between greenhouse gas emissions, yields and soil properties in cropping systems. Agriculture. 2018; 8(62): 1-26. https://doi.org/10.3390/agriculture8050062
17. Grewer, U., Nash, J., Gurwick, N., Bockel, L., Galford, G., Richards, M., Junior, C., White, J., Pirolli, G., Wollenberg, E. Analyzing the greenhouse gas impact potential of smallholder development actions across a global food security program. Enviromental Research Letters.2018; 13: 1-13. DOI:10.1088/1748-9326

18. Bellman, R., Zadeh, L. Decision making in a fuzzy environment. Management Science. 1970; 17: 141-164. https://doi.org/10.1287/mnsc.17.4.B141
19. Zimmerman, H.J. Fuzzy programming and linear programming with several objective function. Fuzzy Set and Systems. 1978; 1: 45-55. https://doi.org/10.1016/0165-0114(78)90031-3
20. Veeramani, C., Duraisamy, C., Nagoorgani, A. Solving fuzzy multi-objective linear programming problems with linear membership functions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2011; 5(8): 1163-1171. ISSN: 1991-8178
21. Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Mousazadeh, H. Comparison of GHG emissions of efficient and inefficient potato based on data envelopment analysis. Journal of Agricultural Engineering and Biotechnology. 2013; 1(3): 81-88. DOI:10.18005/JAEB0103005
22. Pishgar-Komleh, S.H., Omid, M., Heidari, M.D. On the study of energy use and GHG (greenhouse gas) emissions in greenhouse cucumber production in Yazd province. Energy. 2013; 59(1): 63-71. DOI: 10.1016/j.energy.2013.07.037
23. Lal, R. Soil carbon equestrian impacts on global climate change and food security. Science. 2004; 204(5677): 1623-1627. DOI: 10.1126/science.1097396
24. Dyer, J.A., Desjardins, R.L. Carbon dioxide emissions associated with the manufacturing of tractors and farm machinery in Canada. Biosystem Engineering. 2006; 93: 107-118. DOI:10.1016/j.biosystemseng.2005.09.011
25. www.sunearthtools.com