Shahid Chamran University of Ahvaz
Irrigation Sciences and Engineering (JISE) **Vol. 42, No. 2, Summer 2019, p. 167-180**

EXTENDED ABSTRACT

Optimal Allocation of Water and Land under Conditions of Uncertainty Using WFGP Model (Case Study: the City of Hamadan)

H. BadiBarzin[1*], H. Jahantigh[2], A. Parhizkari[3] and Z. Ghaffari Moghadam[4]

1*- Corresponding Author, Phd student of Agricultural Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. (*hossein.badi89@gmail.com*).
2- Assistant Professor, Saravan Center for Higher Education, Saravan, Iran.
3- Ph.D. Student of Agricultural Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran.
4- Agricultural Resreach Center at University of Zabol, Zabol, Iran.

Received: 23 November 2016 Revised: 3 October 2017 Accepted: 7 October 2017

Keyword: Irrigation Water, Cropping Pattern, Weighted Fuzzy Goal Programming, Lands Management.
DOI: 10.22055/jise.2017.20403.1467

Introduction

using mathematical programming models for determining appropriate cropping patterns has recently attracted a lot of attention. The agricultural sector is one of the most important and powerful economic sectors of the country. In the last ten years, its contribution to gross domestic product has been around 18% on average. The method of linear programming has been widely used in the fields of land allocation and determination of optimal cultivars since the 1960s. The purpose of linear programming is to maximize or minimize the objective function by considering a number of constraints and decision variables simultaneously. Fuzzy scheduling allows decision-makers to interfere with non-explicit data and data parameters in models. Compared to other models of math planning, it is more applicable and more flexible to be used in optimization problems and in determining the optimum crop cultivation patterns. Moreover, the results are more reliable (Rastegaripour and Sabouhi, 2009).

Mir Karimi et al. (2016) investigated the optimal cultivar pattern in the city of Amol using the ideal planning and taking into account the goals of reducing fertilizer use by seven percent. Their results showed a one-percent reduction in pesticides to protect the environment and a reduction of 93% of water use for the conservation of scarce water resources and sustainable agricultural development.

In this study, a fuzzy utopian planning model with three equal weight patterns, different weights, a decreasing weight and an incremental weight for ideals and water resource constraints are designed, taking into account environmental and economic objectives.

The main objective of this research is to optimize water and land resources in Hamadan province. First, we introduced a weighted fuzzy goal programming model (WFGP). Using this model, optimum cultivating model for farmers in Hamadan was determined, considering their income goals, environmental goals and sustainability of water resources of the region. Subsequently, the allocation between irrigation water inputs and land surface was calculated considering equal weights, different weights and different decreasing weights for the desired goals.

Methods and Materials

Objective function and model related to water and land allocation

The objective function of the problem involves minimizing the oscillation variables. If the oscillator variables are zero, the degree of the membership function is assigned a number. As a result, there is no fluctuation in the ideal (Kim and Wang, 1998). With this description, the ideal for optimal allocation of agricultural land is as follows:

$$Min: \quad \sum_{i=1}^{2} w_i\theta_i^- + w_i\theta_i^+ \tag{13}$$

In the above relation, i=1, 2 and wt are weights corresponding to fuzzy ideals. The important thing here is that the total weights should be equal to one ($\sum_{i=1}^{2} w_i = 1$). (Sharma et al., 2007). The general form of planning model related to the optimal allocation of water and land is as follows:

$$Min: \quad \sum_{i=1}^{2} w_i\theta_i^- + w_i\theta_i^+ \tag{14}$$

Subject to:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} N_{cs}X_{cs} + \theta_1^- u_1^- \geq N \tag{15}$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} L_{cs}X_{cs} + \theta_1^- u_1^- \geq TL \tag{16}$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} F_{tc}X_{cs} - \theta_3^+ u_3^+ \leq F_t, \quad \forall T \tag{17}$$

$$\sum_{c=1}^{C} W_{cs}X_{cs} \leq W_s, \quad \forall S \tag{18}$$

$$\sum_{c=1}^{C} X_{cs} \leq L_s, \quad \forall S \tag{19}$$

$$0 \leq \theta_1^-, \theta_1^-, \theta_3^+ \leq 1, \quad \forall S \tag{20}$$

$$\sum_{i=1}^{2} w_i + \sum_{s=1}^{S} w_{2,s} = 1 \tag{21}$$

$$X_{cs} \geq 0 \tag{22}$$

Results and Discussion

As it is seen in Table (1), allocation lands vary in different patterns, but in all the three models proposed by Fuzzy Weight Planning, the highest level of land allocation is related to atmosphere and the lowest level is allocated to cucumber and potatoes.

 DOI: 10.22055/jise.2017.20403.1467

Table 1- Allocation of land use planning fuzzy weight goal model in different patterns

The allocated cropping area in each pattern (in hectare)						
Variable	Season (c)	Product	Base year	The first pattern	The Second pattern	The third pattern
X11	Autumnal	Wheat	2467	891.51	898.45	902.65
X21	Autumnal	Barley	1840	3035.20	2063.60	3057.20
X31	Autumnal	Beetroot	560	0.0	0.0	0.0
X42	Spring	Garlic	668	848.94	858.10	831.98
X52	Spring	Cucumber	710	364.64	324.13	378.38
X62	Spring	Tomatoes	573	0.0	0.0	0.0
X72	Spring	Potato	765	2345.35	3421.56	3245.98
X82	Spring	Alfalfa	1270	1345.00	1871.12	1312.13
Total acreage of each pattern (ha)			8853	8830.64	9436.96	9728.32

Conclusion and Recommendations

Tomatoes and sugar beet are not recommended for cultivation in the region due to the greater need for fertilizer and labor inputs. For this reason, the allocation level of these two products is zero in the fuzzy idealized model of weighting model. Alfalfa has the highest level of crops due to high economic costs in the region. In order to maximize the potential profit, wheat is recommended for specific cultivating areas of 891.51 to 902.65 hectares and garlic with 838.98 to 8.848 ha for cultivation in the area. Results showed that creating flexibility in technical coefficients and using equal weights for fuzzy ideals will allocate the resources optimally and the total acreage of production will be reduced to 22 acres compared to cur conditions. However, as a result of using different weights (increasingly and decreasingly) for ideals, the total acreage of products increases as much as 25 and 875 acres. According to the results, planning and modeling from bottom-up were proposed in order to develop the agricultural sector. To accomplish this, it is necessary to begin makinf decisions from the urban level and continue up to the national level.

Reference

1- Kim, J. and Whang, K. 1998. A tolerance approach to the Fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function, *European Journal of Operational Research*, 107(2): 614–624.

2- Mir Karimi, Sh., Julia, R., Eshraghi, F. and Shirani Beid Abadi, F. 2016. Managing Crop Crop Pattern with Emphasis on Environmental Considerations (Case Study: Amol County), Environmental Science and Technology, 18 (2): 253-263. (In Persian).

3- Parhizkari, A., Sabouhi, M. 2012. Operational management and optimal allocation of water resources for determining the optimal cultivating model (Approach to Ideal Fractionation Model). *Third Conference on Integrated Water Resources Management, Sari University of Natural Resources, Faculty of Agriculture, August* 2012. (In Persian).

4- Rastegaripour, F., Sabouhi, M. 2009. Determination of Crop Pattern Using Gray Fuzzy Programming Case Study of Ghoochan City, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13 (48): 413-405. (In Persian).

5- Sharma, D.K., Jana, R.K., and Gaur, A. 2007. Management decision-making for sugar cane fertilizer mix problems through goal programming, *Yugoslav Journal of Operations Research*, 17(3): 31- 42.

© 2019 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

علوم و مهندسی آبیاری
جلد ۴۲، شماره‌ی ۱، تابستان ۹۸، ص. ۱۸۰-۱۶۷

تخصیص بهینه آب و اراضی تحت شرایط عدم حتمیت با استفاده از مدل WFGP (مطالعه موردی: شهرستان همدان)

حسین بدیع برزین[1*]، حسین جهانتیغ[2]، ابوذر پرهیزکاری[3] و زهرا غفاری مقدم[4]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترا اقتصاد کشاورزی، دانشگاه سیستان و بلوچستان hossein.badi89@gmail.com
۲- عضو هیات علمی مجتمع آموزش عالی سراوان
۲- دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه پیام نور تهران
۳- عضو هیات علمی پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل

دریافت: ۱۳۹۵/۹/۳ بازنگری: ۱۳۹۶/۷/۱۱ پذیرش: ۱۳۹۶/۷/۱۵

چکیده

امروزه استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی برای تعیین الگوهای زراعی مناسب از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. به همین منظور، در این مطالعه برای تعیین الگوی بهینه کشت و تخصیص آب و اراضی تحت شرایط عدم حتمیت در شهرستان همدان از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی (WFGP) استفاده شد. این مدل با سه الگوی وزن‌های مساوی، وزن‌های متفاوت کاهنده، وزن‌های متفاوت افزاینده برای آرمان‌ها و محدودیت منابع آبی و با در نظر گرفتن اهداف زیست‌محیطی و اقتصادی طراحی شده است. داده‌های موردنیاز مربوط به سال ۱۳۹۳-۱۳۹۲ هستند که از پایگاه اطلاعاتی سازمان جهاد کشاورزی استان همدان جمع‌آوری شدند. اهداف به‌کارگرفته شده در مدل فوق شامل حداکثر کردن سود ناخالص، حداکثر کردن نیروی کار موردنیاز و استفاده مطلوب از کود شیمیایی هستند. بدین منظور، مجموع درجه عضویت همه آرمان‌های فازی در مدل حداکثر گردید. حل مدل پیشنهادی در محیط نرم‌افزاری GAMS 24.1 صورت گرفت. نتایج نشان داد که با ایجاد انعطاف در ضرایب فنی و به‌کارگیری وزن‌های مساوی برای آرمان‌های فازی، منابع موجود به‌صورت بهینه تخصیص‌یافته و مجموع سطح زیر کشت محصولات زراعی نسبت به شرایط فعلی ۲۲ هکتار کاهش می‌یابد. اما با به‌کارگیری وزن‌های متفاوت فزاینده و کاهنده برای آرمان‌ها، مجموع سطح زیر کشت محصولات زراعی به ترتیب ۲۵ و ۸۷۵ هکتار افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، جهت توسعه بخش کشاورزی استان همدان، برنامه‌ریزی و مدل‌سازی از پایین به بالا پیشنهاد شد. برای تحقق این امر، نیاز است که تصمیمات لازم از سطح شهرستان شروع شده و تا سطح ملی ادامه یابند.

کلیدواژه‌ها: آب آبیاری، الگوی کشت، برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی، عدم حتمیت، مدیریت اراضی.

مقدمه

بخش کشاورزی یکی از بخش‌های مهم و توانمند اقتصادی کشور است. در ده سال اخیر سهم آن در تولید ناخالص داخلی به‌طور متوسط حدود ۱۸ درصد بوده است. در عرصه تأمین مواد غذایی برای جمعیت بیش از ۶۰ میلیون نفر، ۸۰ درصد و در تأمین نیاز صنایع به مواد خام کشاورزی تا ۹۰ درصد سهم داشته است (Hashemi's Agent, 2001). با نگاهی سیستمی به بخش کشاورزی لزوم استفاده از روش‌های مدرن و کارای برنامه‌ریزی، به‌طوری‌که بتوانند کلیه عوامل اثرگذار بر سیاست‌ها و آثار اقتصادی آن‌ها را در مدل‌های مجزا برای بخش‌های مختلف زراعت، باغبانی، دام، طیور، مرتع و جنگل بسنجند، مشخص می‌شود. با تلفیق این مدل‌ها و ارجاع به آن‌ها می‌توان برای حل مسائل بخش کشاورزی شبیه‌سازی کرد تا تصمیم‌گیری در زمان‌های بحرانی مثل خشک‌سالی، سیل، شوک‌های بازار، واکنش تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان و سایر مسائل تسهیل گردد (Asadpour et al., 2005).

در زمینه تخصیص اراضی و تعیین الگوهای بهینه کشت از دهه ۱۹۶۰ تاکنون به‌طور وسیعی از روش برنامه‌ریزی خطی (Liner Programming) استفاده‌شده است. هدف برنامه‌ریزی خطی به حداکثر یا حداقل رساندن تابع هدف با در نظر گرفتن تعدادی از محدودیت‌ها و متغیرهای تصمیم به‌طور هم‌زمان می‌باشد. ازآنجاکه طبیعت بسیاری از مسایل برنامه‌ریزی کشاورزی چندهدفه است، در چنین وضعیتی روش‌های سنتی برنامه‌ریزی نمی‌توانند جوابگوی خواسته‌های تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران باشند. با تلاش محققان در دهه‌های اخیر، روش‌های نوینی در برنامه‌ریزی به وجود آمده که با به‌کارگیری آن‌ها در شرایط تضاد اهداف مورد نظر مدیران و محدود بودن منابع تولید، می‌توان بهترین جواب‌ها را برای دستیابی به اهداف پیدا کرد. در این راستا، برنامه‌ریزی آرمانی (Goal Programming) یکی از ابزارهای برجسته برای تحلیل تصمیم‌های چندهدفه در مدیریت مزرعه است که از ویژگی‌های آن دستیابی هم‌زمان به چندین هدف بر مبنای اولویت‌بندی می‌باشد. این روش نخستین بار به‌وسیله‌ی Charnes et al (1955)

پیشنهاد شد. سپس، به کمک Lee (1972) توسعه یافت (Sabouhi and Ziaei, 2009). روش‌های ذکرشده به دلیل نیاز به داده‌های دقیق در بسیاری از تصمیم‌گیری‌های دنیای واقعی نتایج قابل قبولی ارائه نمی‌دهند. این اطلاعات غیردقیق و مبهم معمولاً توسط اعداد قطعی بیان می‌شوند، که برای توجه و در نظر گرفتن عدم حتمیت نادرست است. برای حل این مشکل تکنیک برنامه‌ریزی فازی (Fuzzy Programming) مطرح شده است (Zimmerman, 1978).

برنامه‌ریزی فازی با توجه به این‌که امکان دخالت داده‌ها و اطلاعات غیردقیق را در پارامترهای مدل به تصمیم‌گیرندگان می‌دهد، نسبت به دیگر مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی، برای استفاده در مسائل بهینه‌سازی و تعیین الگوهای بهینه کشت محصولات زراعی دارای کاربرد و انعطاف‌پذیری بیشتری بوده و نتایج حاصل از آن قابل اعتمادتر می‌باشد (Rastegaripour and Sabouhi, 2009). روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای مدیریت واحدهای کشاورزی در شرایط محدودیت‌های قطعی منابع و همچنین برای شرایطی که محدودیت‌ها و اهداف مدل به‌صورت فازی باشند به‌کارگرفته می‌شود (Sharma et al., 2007). محققین خارجی زیادی در زمینه‌های مختلف کاربرد روش برنامه‌ریزی آرمانی فازی فعالیت داشته‌اند. از این جمله می‌توان به مطالعه‌های Lee (1972)، Sharma et al (2003)، Goodman (1974)، et al Tiwari (1987) و Rubin و Narasimhan (1984) اشاره کرد.

Zeng et al. (2010) با استفاده از برنامه‌ریزی چند هدفه خطی فازی به تعیین برنامه‌ای بهینه برای تولید محصولات منطقه لیانگ ژو در گانسو چین، پرداختند. در این پژوهش به نقش مدیریت منابع آبی در کشاورزی توجه خاصی شد که برای این منظور از برنامه‌ریزی چندهدفه خطی فازی با توجه به سطوح مختلف دسترسی به منابع آب استفاده شد.

Sen و Nandi (2012) در مطالعه خود با استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی به بررسی مدیریت کشت درخت کائوچو و چای در تریپرورا که دومین تولیدکننده بزرگ کائوچوی طبیعی در هند می‌باشد پرداختند. در این تحقیق به حداکثر رساندن بهره‌وری زمین در اولویت اصلی قرار داشت آرمان‌های دیگر نیز شامل کمینه کردن تعداد نیروی کار دایمی، بیشینه کردن تعداد نیروی کار موقت، استفاده حداقل از کود شیمیایی، تعیین حداکثر مصرف کود شیمیایی برای جلوگیری از کاربرد اضافی این نوع کود، استفاده حداقل از سموم دفع آفات و استفاده حداکثر از کودهای زیستی به‌منظور تقویت و حاصل‌خیزی خاک، حداقل کردن هزینه کشت و حداکثر کردن درآمد می‌باشد.

در کشور نیز مطالعات متعددی پیرامون برنامه‌ریزی آرمانی و آرمانی فازی صورت گرفته است.

Kehnsal و Mohammadian (2007) به منظور تخصیص اراضی در مزرعه مطالعاتی دانشگاه فردوسی از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی استفاده کردند. نتایج نشان داد که با ایجاد انعطاف در ضرایب مدل فازی که ناشی از ناقص بودن اطلاعات است، تا حد زیادی این نقصان و بی‌دقتی برطرف می‌شود و شرایط الگوی کشت به‌طور نسبی بهبود می‌یابد و از منابع موجود به شکلی مطلوب‌تر استفاده می‌شود.

Mir Karimi et al. (2016) در مطالعه خود الگوی بهینه کشت در شهرستان آمل با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی با در نظر گرفتن اهداف کاهش هفت‌درصدی مصرف کودهای شیمیایی، کاهش یک‌درصدی سموم در راستای حفاظت از محیط‌زیست و کاهش ۰/۹۳ درصد مصرف آب برای حفاظت از منابع آبی کمیاب و توسعه پایدار کشاورزی تعیین نمودند.

Mohammadi et al. (2011) در تحقیق خود به تعیین الگوی بهینه کشت در شهرستان مرودشت استان فارس پرداختند. در این تحقیق با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی چندهدفه غیرخطی فازی امکان تحقق آرمان‌های حداکثر کردن بازده برنامه‌ای همسو با هدف‌های کاهش مصرف آب، حداقل کردن مصرف کودهای شیمیایی، حداقل کردن ریسک تولید و افزایش منافع اجتماعی از طریق سطح اشتغال نیروی کار بررسی شد.

Asadpour et al. (2011) برای طراحی یک مدل تصمیم‌گیری چندهدفه به‌منظور تعیین الگوی بهینه کشت در دشت ناز ساری از روش برنامه‌ریزی آرمانی ترتیبی استفاده کردند. نتایج نشان داد که در منطقه مورد مطالعه امکانات بالقوه و بالفعل برای بهبود الگوی کشت و دسترسی به اهداف مدیریت بخش کشاورزی وجود دارد. Parhzikari و Sabouhi (2012) به‌منظور تخصیص منابع آب و اراضی در منطقه رودبار الموت استان قزوین از مدل برنامه‌ریزی کسری آرمانی استفاده کردند. نتایج نشان داد که با تعیین الگوی بهینه کشت و تخصیص منابع، علاوه بر کاهش میزان آب مصرفی در واحد سطح، هزینه تولید و نیروی کار به‌کار گرفته‌شده در هر هکتار از اراضی تحت کشت کاهش می‌یابد.

Shirzadi et al. (2009) در مطالعه‌ای به‌منظور تخصیص منابع آب در شبکه‌های آبیاری شهرستان زابل از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی استفاده کردند. نتایج نشان داد که در شرایط عدم حتمیت برای حداقل نمودن میزان هدر رفت آب، سیستم آب‌رسانی لوله‌ای نسبت به کانال انتقال آب مناسب‌تر است. Parhzikari et al. (2015) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی کسری (Fuzzy Goal Fractional Programing) به تعیین الگوی بهینه کشت همسو با پایداری منابع آب در منطقه الموت قزوین پرداختند. نتایج نشان داد که با به‌کارگیری الگوی بهینه کشت و تخصیص بهینه منابع آب موجود در منطقه، علاوه بر کاهش میزان آب مصرفی در سطح مزارع، هزینه تولید در هر هکتار از اراضی کاهش، نیروی کار به‌کاررفته شده افزایش و شاخص کارایی «نسبت سود به آب مصرفی» در حدود ۱۳ درصد افزایش می‌یابد.

DOI: 10.22055/jise.2017.20403.1467

مطالعه‌های بررسی‌شده، روند رو به افزایشی را در به‌کارگیری مدل‌های برنامه‌ریزی آرمانی در حالت‌های مختلف وزنی، کسری و فازی برای تعیین الگوهای بهینه کشت و تخصیص بهینه نهاده‌های کمیابی چون آب آبیاری و اراضی (زمین‌های فاریاب) در اقصی نقاط دنیا نشان می‌دهند.

بر این اساس، اهداف مطالعه حاضر عبارت‌اند از: – تعیین برنامه مناسب زراعی و تخصیص بهینه آب و اراضی در استان همدان با توجه به اولویت‌های ذهنی کشاورزان و مسئولان برای تصمیم‌گیری در مورد اصلاح الگوی کشت

– تعیین الگوی بهینه کشت تأمین‌کننده اهداف درآمدی، زیست‌محیطی و پایداری منابع آبی در منطقه و بین نهاده‌های آب آبیاری و سطح اراضی با در نظر گرفتن وزن‌های مساوی، وزن‌های متفاوت فزاینده و وزن‌های متفاوت کاهنده برای آرمان‌های موردنظر

با بررسی مطالعه‌های پیشین در اکثر مطالعات وزن‌های مساوی برای آرمان‌ها و تابع هدف در نظر گرفته‌شده است. در این مطالعه مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی با سه الگوی وزن‌های مساوی، وزن‌های متفاوت کاهنده و وزن‌های متفاوت افزاینده برای آرمان‌ها و محدودیت منابع آبی با در نظر گرفتن اهداف زیست‌محیطی و اقتصادی طراحی شده است.

مواد و روش‌ها

شهرستان همدان با وسعتی حدود ۴۱۱۸ کیلومترمربع، از خط‌الرأس رشته‌کوه الوند تا مرزهای شرقی این استان کشیده شده است (شکل ۱). شرقی‌ترین نقطه این شهرستان ۴۹ درجه و ۲۷ دقیقه و غربی‌ترین آن ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه از نصف‌النهار گرینویچ فاصله دارد و از شمال به شهرستان کبودرآهنگ، از جنوب به شهرستان‌های تویسرکان و ملایر، از شرق به استان مرکزی و از غرب به شهرستان بهار محدود می‌شود.

Daneshvar et al. (2009) الگوی کشت بهینه با هدف کاهش مخاطرات محیطی را برای کشاورزی ایران تعیین کردند. در این مطالعه آنان از برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه استفاده کردند و نتیجه گرفتند نسبت خالص بازدهی درون مصرفی نهاده‌ها و نسبت مصرف نهاده‌ها در مزرعه با استفاده از الگوی خروجی برنامه‌ریزی فازی کسری با اهداف چندگانه بهبود می‌یابد.

بخش کشاورزی این شهرستان یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین تولیدکنندگان محصولات کشاورزی استان همدان است که با برخورداری از ظرفیت‌ها و توانمندی‌های وسیع با بیش از ۸۵ هزار هکتار سطح زیر کشت انواع محصولات زراعی و باغی و با تولید بیش از ۸۳۷ هزار تن انواع محصولات زراعی، باغی و دامی جایگاه تعیین‌کننده‌ای در اقتصاد این استان دارد. گندم، جو، سیب‌زمینی، چغندرقند، سیر، خیار، یونجه و گوجه‌فرنگی عمده‌ترین محصولاتی آبی هستند که در دو فصل پاییز و بهار در این استان کشت می‌شوند (Anonymous, a 2012). میانگین دمای سالانه در این شهرستان ۲۲ درجه‌ی سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه در آن ۳۱۸ میلی‌متر است (Anonymous, b 2012).

برای تحقق هدف اصلی این تحقیق که بهینه‌سازی منابع آب و اراضی در استان همدان است، ابتدا مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی (Weighted fuzzy goal programming) معرفی و به کمک این مدل الگوی بهینه کشت برای کشاورزان شهرستان همدان، با در نظر گرفتن اهداف درآمدی آن‌ها، اهداف زیست‌محیطی و پایداری منابع آب منطقه تعیین شد. سپس، تخصیص بین نهاده‌های آب آبیاری و سطح اراضی با در نظرگرفتن وزن‌های مساوی، وزن‌های متفاوت فزاینده و وزن‌های متفاوت کاهنده برای آرمان‌های موردنظر صورت گرفت.

Fig. 1-The Geographic location of the study area

شکل ۱- موقعیت جغرافیای منطقه مورد مطالعه

تئوری مجموعه‌های فازی در برنامه‌ریزی آرمانی برای اولین بار توسط Narinyani (1980) به کار گرفته شد. بعد از وی این تئوری توسط Ignizio (1982) و Chen (1994) بسط و گسترش داده شد. در مطالعه حاضر، از روش Zimmerman (1985) برای ساخت توابع عضویت و از روش تعیین نوسان Kim و Whang (1998) برای طرح آرمان‌ها در مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی استفاده شد. تخصیص آب و اراضی موجود در منطقه مورد مطالعه در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲ بر اساس فصول مختلف سال و شرایط آب و هوایی متفاوت صورت گرفت. جدول (۱) فهرست علایم مورد استفاده در مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی را نشان می‌دهد:

در یک محیط تصمیم‌گیری فازی، اهداف تصمیم‌گیرنده به‌صورت فازی بیان می‌شوند. محدودیت‌های منابع نیز ممکن است به‌صورت فازی و یا قطعی بیان شوند. اگر سطح انتظار (آرمان) از K امین هدف فرض شود، در نتیجه می‌توان اهداف فازی را به یکی از صورت‌های زیر نشان داد:

$$Z_k(x) \prec b_k \quad \text{و} \quad Z_k(x) \succ b_k \qquad (۱)$$

در رابطه بالا، x بردار متغیر تصمیم است و علامت‌های $\succ$ و $\prec$ فازی بودن محدودیت‌های سیستمی مدل ($\geq$ و $\leq$) را نشان می‌دهند و b_k کل محدودیت آرمان مدل مورد نظر می‌باشد (Zimmerman، 1978).

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} N_{cs} X_{cs} \succsim N \qquad (۲)$$

رابطه (۳)، آرمان مربوط به کود مصرفی در سطح مزارع را نشان می‌دهد. با توجه به این آرمان، برای ایجاد بازده بالاتر محصولات کشت‌شده به تقویت خاک از راه کودپاشی احتیاج است و F_t کل کود مصرفی در منطقه مورد نظر.

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} f_{ct} X_{cs} \prec F_t \qquad (۳)$$

رابطه (۴)، آرمان مربوط به نیروی کار را در سطح مزارع نشان می‌دهد. این آرمان بازگو می‌کند که هر واحد زراعی به تعدادی نیروی انسانی برای انجام فعالیت‌های زراعی نیاز دارد:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} L_{cs} X_{cs} \underset{\sim}{\succ} TL \qquad (۴)$$

محدودیت‌های سیستمی

در مدل ارائه‌شده برخی از محدودیت‌ها، مانند محدودیت زمین و آب، وجود دارند که جز محدودیت‌های سیستمی مدل به‌شمار می‌روند و نیاز است تا الزاماً تأمین شوند. این محدودیت‌ها به‌صورت روابط (۵) و (۶) بیان می‌شوند:

$$\sum_{c=1}^{C} X_{cs} \leq L_s \qquad (۵)$$

$$\sum_{c=1}^{C} w_{cs} X_{cs} \leq W_s \qquad (۶)$$

آرمان‌های مورد بررسی

رابطه (۲)، آرمان مربوط به سود خالص محصولات منتخب را در منطقه نشان می‌دهد. بر اساس این آرمان، تصمیم‌گیرنده به یک سطح آستانه سود برای محصولات نیازمند است N کل سود منطقه در شرایط فعلی می‌باشد.

جدول ۱- فهرست علایم مورد استفاده در مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی (WFGP)

Table 1- List of symbols used in weighted fuzzy goal programming Model (WFGP)

N; expected net profit for products	L_{cs} : Need labor per unit area for product C in season S	C: Product related index $c \in (1, 2, ...c)$
C_s : The total number of cultivated products in the season s	TL : Expected workforce available in the season s	X_{cs} : Area of land cultivated for each product in the season s
: W_{cs} : The amount of water needed for the product c in the season s	N_{cs} : Net profit for the product c in the season s	L_s : Total area planted in the season s
F_t : Expected amount of fertilizer available from the type t	f_{ct} : Quantity of fertilizer required from the type t for the product c	W_s : Expected amount of water available for irrigation in the season s

References: derived from the method proposed by Zimmerman, 1985

DOI: 10.22055/jise.2017.20403.1467

تبدیل آرمان‌ها به آرمان‌های فازی

در برنامه‌ریزی آرمانی فازی، تابع عضویت متناظر با kامین آرمان فازی از نوع $Z_k(x) \succ b_k$ به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_{zk}(x)=\begin{cases}1 & if \quad z_k(x)\geq b_k \\ \dfrac{z_k(x)-(b_k-t_k^l)}{t_k^l} & if \quad b_k-t_k^l \leq z_k(x)<b_k \\ 0 & if \quad z_k(x)<b_k-t_k^l\end{cases} \qquad (۷)$$

در رابطه (۷)، t_k^1 حد پایین نوسان است. تابع عضویت متناظر با kامین آرمان فازی از نوع $Z_k(x) \prec b_k$ نیز به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\mu_{zk}(x)=\begin{cases}1 & if \quad z_k(x)\leq b_k \\ \dfrac{(b_k+t_k^u)-z_k(x)}{t_k^u} & if \quad b_k<z_k(x)\leq b_k-t_k^u \\ 0 & if \quad z_k(x)>b_k-t_k^u\end{cases} \qquad (۸)$$

در رابطه (۷)، t_k^u بیانگر حد بالای نوسان است. $\mu_{zk}(x)$ نیز برای هر k در دامنه $\{۰،۱\}$ قرار دارد و تعیین‌کننده درجه عضویت رسیدن به آرمان است (Sharma et al, 2007).

در مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای تخصیص زمین‌های کشاورزی، آرمان مربوط به سود خالص از نوع $Z_k(x) \succ b_k$، آرمان نیروی کار از نوع $Z_k(x) \succ b_k$ و آرمان کود مورد نیاز از نوع $Z_k(x) \prec b_k$ است. اگر سود خالص به سطح آرمان خود برسد، درجه عضویت برای این آرمان یک خواهد بود. در این حالت هیچ نوسانی در سود خالص وجود ندارد. هنگامی که آرمان‌ها دارای نوسان باشند، درجه عضویت آن‌ها کمتر از یک و بیشتر یا مساوی صفر خواهد بود (Kim and Whang, 1998). با تعریف نوسانات، تبدیل مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی به یک مسئله برنامه‌ریزی تک هدفه به‌صورت زیر انجام می‌گیرد. درصورتی‌که $i=1,2$، u_i^- حد پایین نوسان و $\lambda_i^- \in [0,1]$ درجه عضویت تابع باشد، آرمان سود خالص متناظر با آن را می‌توان به‌صورت رابطه (۹) نوشت و آن را مطابق با رابطه (۱۰) بازنویسی کرد:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} N_{cs}X_{cs} - \lambda_1^- u_1^- \geq N - u_1^- \qquad (۹)$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} N_{cs}X_{cs} + \theta_1^- u_1^- \geq N \qquad (۱۰)$$

رابطه فوق، آرمان مربوط به سود خالص است که در آن $\theta_1^- = 1-\lambda_1^-$ می‌باشد. درصورتی‌که u_1^- حد پایین نوسان و λ_1^- درجه عضویت برای آرمان نیروی کار مورد نیاز باشد، به روش مشابه می‌توان آرمان مربوط به نیروی کار را که در رابطه (۴) بیان شده، به‌صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} L_{cs}X_{cs} + \theta_2^- u_2^- \geq TL \qquad (۱۱)$$

رابطه فوق، آرمان فازی مربوط به نیروی کار است که در آن $\theta_2^- = 1-\lambda_2^-$ است. آرمان مربوط به کود شیمیایی مورد نیاز که در رابطه (۳) بیان شده را نیز می‌توان به شکل فازی آن و به‌صورت زیر بازنویسی کرد:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} F_{tc}X_{cs} - \theta_3^+ u_3^+ \leq F_t\,, \quad \forall T \qquad (۱۲)$$

رابطه (۱۲)، آرمان فازی مربوط به کود شیمیایی است که در آن $\theta_3^+ = 1-\lambda_3^+$، u_3^+ حد بالای نوسان برای مقدار کود مورد نیاز (از نوع t) و λ_3^+ درجه تابع عضویت است (Narinyani, 1980).

تابع هدف و مدل مربوط به تخصیص آب و اراضی

تابع هدف مسئله شامل حداقل‌کردن متغیرهای نوسان است. اگر متغیرهای نوسان صفر شوند، درجه تابع عضویت عدد یک را به خود اختصاص می‌دهد. در نتیجه هیچ نوسانی برای آرمان موردنظر وجود ندارد (Kim and Whang, 1998). با این توصیف، آرمان موردنظر برای تخصیص بهینه اراضی کشاورزی به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$Min: \quad \sum_{i=1}^{2} w_i\theta_i^- + w_i\theta_i^+ \qquad (۱۳)$$

در رابطه فوق، $i=1,2$ و w_i وزن‌های متناظر با آرمان‌های فازی هستند. نکته حایز اهمیت در این‌جا این است که مجموع وزن‌ها باید برابر با یک $\left(\sum_{i=1}^{2} w_i = 1\right)$ باشد (Sharma et al., 2007). شکل کلی مدل برنامه‌ریزی مربوط به تخصیص بهینه آب و اراضی به‌صورت زیر است:

$$Min: \quad \sum_{i=1}^{2} w_i\theta_i^- + w_i\theta_i^+ \qquad (۱۴)$$

Subject to:

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} N_{cs}X_{cs} + \theta_1^- u_1^- \geq N \qquad (۱۵)$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} L_{cs}X_{cs} + \theta_1^- u_1^- \geq TL \qquad (۱۶)$$

$$\sum_{s=1}^{S}\sum_{c=1}^{C} F_{tc} X_{cs} - \theta_3^+ u_3^+ \le F_t , \quad \forall T \qquad (۱۷)$$

$$\sum_{c=1}^{C} W_{cs} X_{cs} \le W_s , \quad \forall S \qquad (۱۸)$$

$$\sum_{c=1}^{C} X_{cs} \le L_s , \quad \forall S \qquad (۱۹)$$

$$0 \le \theta_1^- , \theta_1^- , \theta_3^+ \le 1, \quad \forall S \qquad (۲۰)$$

$$\sum_{i=1}^{2} w_i + \sum_{s=1}^{S} w_{2,s} = 1 \qquad (۲۱)$$

$$X_{cs} \ge 0 \qquad (۲۲)$$

نتایج و بحث

کلیه اطلاعات مربوط به این مطالعه از طریق پایگاه اطلاعاتی جهاد کشاورزی استان همدان و سال‌نامه آماری سال ۱۳۹۳ جمع‌آوری شد. اطلاعات مربوط به متغیرهای مدل و درجه عضویت هر یک از آرمان‌ها در جدول (۲) و اطلاعات مربوط به آرمان‌های مورد بررسی در جدول (۳) آورده شده است:

جدول (۴) نتایج به‌دست آمده برای درجه عضویت آرمان‌ها را طی سه الگوی به‌کارگرفته شده با وزن‌های مساوی، متفاوت کاهنده و متفاوت فزاینده نشان می‌دهد. با توجه به نتایج این جدول، مشاهده می‌شود که درجه عضویت آرمان سود خالص در الگوی اول با وزن‌های مساوی برابر با ۰/۹۴۵ می‌باشد، اما در الگوی دوم و سوم با وزن‌های متفاوت کاهنده و فزاینده برابر با یک است. برای آرمان نیروی کار درجه عضویت در الگوی اول و دوم برابر با یک اما، در الگوی سوم برابر با ۰/۸۹۶ است. آرمان حداقل‌سازی کود شیمیایی نیز در الگوی دوم با وزن‌های متفاوت فزاینده دارای درجه عضویت ۰/۸۷۱ و در دو الگوی اول و سوم دارای درجه عضویت یک است.

جدول ۲- معرفی متغیرهای تصمیم و درجه عضویت آرمان‌ها

Table 2- Introduces the decision variables and the membership goals

Variable	Definition	Variable	Definition
X_{11}	Wheat Crop in Season 1	X_{72}	Potato crop in Season 2
X_{21}	Barley crop in Season 1	X_{82}	Alfalfa Crop in Season 2
X_{31}	beet in Season 1	λ_1^-	Membership category for net profit aspiration
X_{42}	Garlic Crop in Season 2	λ_2^-	Degree of membership for the cause of the workforce
X_{52}	Cucumber Crop in Season 2	λ_3^+	Membership degree for the ideal of fertility
X_{62}	Tomato Crop in Season 2		

Table 3. Datas and information about the research goals

جدول ۳- داده‌ها و اطلاعات مربوط به آرمان‌های مورد بررسی در پژوهش

Goals	Target	Limit fluctuation
Net profit (Rials)	$1/57 * 10^{12}$	$2/2 * 10^{9}$
Labor requirements (person / day)	1177316	11124
Fertilizer requirements (tonnes)	24230	6340

Table 4: Weights given to different patterns and estimates of the degree of membership of goals

جدول ٤- وزن‌های داده‌شده به الگوهای متفاوت و برآورد درجه عضویت آرمان‌ها

Patterns	The first pattern	The second pattern	The third pattern
Scenarios	Equal weights	Different incremental weights	Different weight reduces
w_i	(0.3, 0.3, 0.3)	(0.0, 0.6, 2.2)	(1.5, 0.4, 0.0)
λ_1^-	0.945	1	1
λ_1^+	1	1	0.896
λ_3^+	1	0.871	1

جدول ۵- تخصیص اراضی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی در الگوهای مختلف

DOI: 10.22055/jise.2017.20403.1467

Table 5- Allocation of land use planning fuzzy weight goal model in different patterns

The allocated cropping area in each pattern (in hectare)						
Variable	Season (c)	Product	Base year	The first pattern	The Second pattern	The third pattern
X11	Autumnal	Wheat	2467	891.51	898.45	902.65
X21	Autumnal	Barley	1840	3035.20	2063.60	3057.20
X31	Autumnal	Beetroot	560	0.0	0.0	0.0
X42	Spring	Garlic	668	848.94	858.10	831.98
X52	Spring	Cucumber	710	364.64	324.13	378.38
X62	Spring	Tomatoes	573	0.0	0.0	0.0
X72	Spring	Potato	765	2345.35	3421.56	3245.98
X82	Spring	Alfalfa	1270	1345.00	1871.12	1312.13
Total acreage of each pattern (ha)			8853	8830.64	9436.96	9728.32

جدول (۵) اراضی تخصیص‌یافته برای کشت محصولات عمده منطقه را پس از حل مدل برنامه‌ریزی آرمانی وزنی برای سه الگو به‌صورت مجزا از هم نشان می‌دهد. هر یک از الگوها با توجه به درجه اهمیت کشت محصولات منتخب زراعی در منطقه موردنظر و درجه عضویت آرمان‌ها (سود خالص، کود و نیروی کار) در مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی ارائه‌شده است.

همان‌گونه که در جدول (۵) ملاحظه می‌شود، اراضی تخصیصی در الگوهای مختلف، متفاوت می‌باشند، اما به‌طورکلی در هر سه الگوی ارائه‌شده توسط مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی، بالاترین سطح تخصیص زمین مربوط به جو و کم‌ترین سطح اختصاص داده‌شده مربوط به خیار و سیب‌زمینی است. گوجه‌فرنگی و چغندرقند، به علت نیاز بیشتری که به نهاده‌های کود شیمیایی و نیروی کار دارند، برای کشت در منطقه توصیه نمی‌شوند. به همین دلیل، سطح زیرکشت تخصیصی این دو محصول در الگوی مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی صفر است. یونجه با توجه به‌صرفه اقتصادی بالایی که در منطقه دارد، پس از جو بیشترین سطح زیرکشت را به خود اختصاص داده است. برای دستیابی به حداکثر سود ممکن، گندم با سطح زیرکشت اختصاصی ۸۹۱/۵۱ تا ۹۰۲/۶۵ هکتار و سیر با سطح زیرکشت ۸۳۱/۹۸ تا ۸۴۸/۹۴ هکتار برای کشت در منطقه توصیه می‌شوند. همچنین، با توجه به نتایج حاصل از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی ملاحظه می‌شود که در الگوی سوم با بهره‌گیری از اوزان متفاوت کاهنده بیشترین مجموع سطح زیرکشت برای محصولات (۹۷۲۸ هکتار) حاصل شده که در حدود ۸۷۵ هکتار بیشتر از سال پایه است. در حالت به‌کارگیری اوزان متفاوت فزاینده (الگوی دوم) مجموع سطح زیرکشت از ۸۸۵۳ به ۹۴۳۷ هکتار می‌رسد که با افزایش سطح زیرکشت به میزان ۵۲۵ هکتار همراه است، اما در حالت به‌کارگیری اوزان ثابت یا مساوی برای آرمان‌های مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی، مجموع سطح زیرکشت تخصیصی نسبت به سال پایه کاهش پیدا کرده و از ۸۸۵۳ به ۸۸۳۱ هکتار رسیده است. با توجه به اهمیت و اولویتی که آرمان‌های سود خالص، کود شیمیایی و نیروی کار در منطقه موردمطالعه دارند، الگوی سوم بهترین حالت بهینه‌سازی را برای تخصیص آب و اراضی نشان می‌دهد. در این الگو با توجه اوزان داده‌شده به آرمان‌ها و محدودیت نهاده آب، امکان افزایش سطح زیرکشت جو، سیر و یونجه وجود دارد.

شکل (۲) میزان انحرافات الگوی کشت فعلی را نسبت به الگوهای بهینه‌ی تعیین‌شده توسط مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی تحت سناریوهای اوزان مساوی، متفاوت فزاینده و متفاوت کاهنده نشان می‌دهند. در (شکل ۲)، تغییرات محسوسی در الگوی کشت ارائه‌شده توسط مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی مشاهده می‌شود. دو محصول چغندر و گوجه‌فرنگی با سطح زیرکشت صفر در هر سه حالت اوزان مساوی، متفاوت کاهنده و متفاوت فزاینده دارای کم‌ترین مقدار سطح زیرکشت تخصیص‌یافته می‌باشند. محصول جو در الگوی به‌کارگیری اوزان مساوی دارای بیشترین سطح زیرکشت می‌باشد. محصول سیب‌زمینی نیز با سطح زیرکشت ۳۴۲۱/۵۶ و ۳۲۴۵/۹۸ هکتار در الگوهای به‌کارگیری اوزان متفاوت کاهنده و فزاینده دارای بیشترین سهم است.

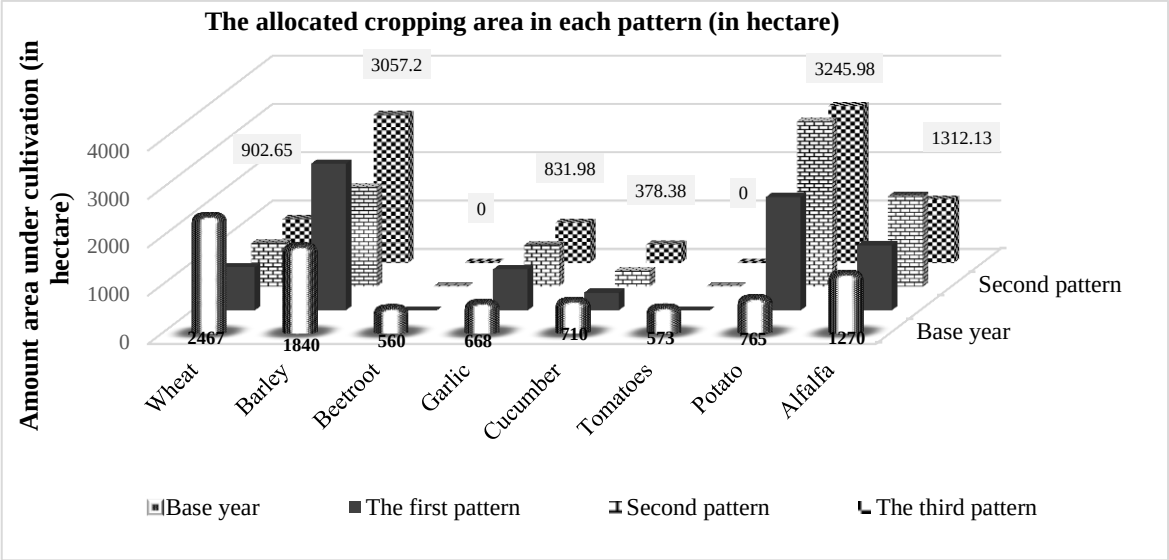

Fig. 2- Compares the current pattern of cropping pattern programming fuzzy goal weight model (equal weights, increasing and decreasing goals)

شکل ۲- مقایسه الگوی فعلی کشت با الگوی مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی (اوزان مساوی، افزاینده و کاهنده آرمان‌ها)

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست‌آمده از مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی وزنی، در سناریوی اول، اهداف با وزن‌های مساوی (برابر با ۰/۳۳) در تابع هدف وارد شدند که در این حالت تمام درجه عضویت‌ها به‌جز درجه عضویت مربوط به آرمان سود، عدد یک را به خود اختصاص دادند. به‌عبارت‌دیگر، نوسان تمام آرمان‌های موردنظر در مدل پیشنهادی، به‌جز آرمان سود خالص در این سناریو صفر به‌دست‌آمده آمد. نوسان مربوط به آرمان سود خالص در این حالت ۲۲×۱۰^{۹} ریال است. در سناریوی دوم با تغییر وزن‌های مربوط به آرمان‌ها در تابع هدف (به‌کارگیری وزن‌های متفاوت فزاینده)، هم نتایج مربوط به درجات عضویت و هم نتایج مربوط به الگوی کشت تغییر کرد. در وزن‌های مربوط به سناریوی دوم، تمام درجات عضویت به‌جز درجه عضویت مربوط به آرمان کود شیمیایی عدد یک را به خود اختصاص دادند. نوسان مربوط به آرمان کود شیمیایی برابر با ۶۳۴۰ تن به‌دست آمد. در سناریوی سوم، با تغییر وزن آرمان‌ها در تابع هدف (به‌کارگیری وزن‌های متفاوت کاهنده) وضعیت متفاوتی برای درجات عضویت و الگوی کشت حاصل شد. با اجرای این سناریو، درجات عضویت تمام آرمان‌ها به‌جز آرمان نیروی کار، عدد یک را به خود اختصاص دادند. نوسان مربوط به آرمان نیروی کار در این حالت برابر با ۲۳۲۴۰ نفر- روز برآورد شد.

برخی از مطالعات انجام‌گرفته به بررسی تخصیص اراضی در راستای اهداف زیست‌محیطی، اقتصادی و توسعه پایدار پرداخته‌اند، از این دست مطالعات می‌توان به مطالعه Mohammadian et al (2010)، Kehnsal و Mohammadian (2007)، Berim Nezhad و Yazdani (2004) و Mir Karimi et al (2016) اشاره کرد که نتایج این مطالعه‌ها در راستای تامین این اهداف می‌باشد در این مطالعه علاوه بر اهداف زیست‌محیطی و اقتصادی، الگویی براساس اوزان متفاوت برای آرمان‌ها و محدودیت منابع آب طراحی‌شده است. که نتایج نشان می‌دهد الگوی وزن‌های متفاوت کاهنده بهترین حالت بهینه‌سازی را برای تخصیص آب و اراضی با در نظر گرفتن اهداف زیست‌محیطی و اقتصادی نشان می‌دهد. نتایج مطالعه فوق نیز همسو با بررسی‌های Liang (2010)، Khalili- Damghani et al (2013)، Da- Silva, و Silva Marins (2014)، Hu et al (2014) و Liao and. Kao (2014) می‌باشد.

به‌طورکلی، یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهند که با توجه به پیچیدگی‌های موجود در بخش کشاورزی و درجه اهمیت یا اولویتی که برای آرمان‌های مختلف، به‌ویژه آرمان حداقل‌سازی مصرف آب آبیاری در سطح اراضی وجود دارد و بسته به موقعیت مکانی هر منطقه نیز تغییر می‌کند، نگرش عمیق‌تر به نقش و اهمیت برنامه‌ریزی سیستماتیک و منسجم در توسعه بخش کشاورزی هر منطقه و به‌دنبال آن، در دسترس بودن یک ابزار مکانیزه تصمیم‌گیری می‌تواند مدیران و تصمیم‌گیران را در مواقع بحران، به‌ویژه در زمان رویارویی با محدودیت عرضه منابع آب یاری نماید. برای دسترسی به چنین ابزاری، مدل‌سازی و برنامه‌ریزی از پایین به بالا پیشنهاد می‌گردد که قدرت تصمیم‌سازی در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت را داشته باشد. بنابراین، برای به‌کارگیری مدلی که دارای چنین خصوصیاتی باشد، نیاز است که تصمیمات لازم در جهت توسعه بخش کشاورزی استان همدان از سطح منطقه‌ای و محلی شروع شده و تا سطح استانی ادامه یابد.

References

1- Anonymous, a, 2012 .Hamadan Agricultural Jihad. 2012. Database, Statistical Yearbook. Website (In Persian).

2- Anonymous, b, 2012 .Hamedan Meteorological Administration website. (In Persian).

3- Asadpour, H., Khalilian, H., P. and Soltani, Gh. 2005. The Theory and Application of Fuzzy Ideal Linear Programming Model in Optimizing Crop Pattern. *The Journal of Agricultural Economics and Development* (13), pp. 328- 317. (In Persian).

4- Asadpoor, H., Pazhuhandeh, A., Moghadasi, R. and Yazdani, S. 2011. Determine theoptimum model in Dasht-e-Naz Sari with multiple objectives, *Journal of Agricultural Extension and Education*, 4 (1), pp. 83-96. (In Persian).

5- Berim Nezhad, A., and Yazdani S., 2004. Sustainability Analysis in Water Resources Management in the Agricultural Sector by Using Fraction Planning. A Case Study of Kerman Province, *Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture*, (2), pp. 16-63(In Persian).

6- Charnes, A. W. Cooper, W. and Ferguson, R. 1955. Optimal estimation of executive compensation by linear programming, *Journal of the Institute of Management Science*, vol. 1, pp. 138–151,

7- Chen, H.K. 1994. A note on a Fuzzy Goal Programming algorithm by Tiwari, Dharmar and Rao, *Fuzzy Sets and Systems*, (62), pp. 287-290.

8- Da- Silva, A.F. and Silva Marins, F.A. 2014. A fuzzy goal programming model for solving aggregate production-planning problems under uncertainty: A case study in a Brazilian sugar mill. *Energy Economics*,

9- Daneshvar M, Sahnoushi N. and Salehi Reza Abadi F, 2009. The Determination of Optimal Crop Pattern with Aim of Reduction in Hazards of Environmental, *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 4 (4), pp. 305- 310.

10- Goodman, D.A. 1974. A goal programming approach to aggregate planning of production and work force, *Management Science*, (12), pp. 1569- 1575.

11- Hashemi's Agent, S. 2001. Iranian Agricultural Development Capabilities. *Publications Institute for Agricultural Research Planning and Economics*, pp.49 (In Persian).

12- Hu, C. Zhang, S. and Wang, N. 2014. Enhanced interactive satisficing method via alternative tolerance for fuzzy goal programming with progressive preference. *Applied Mathematical Modelling*, Available online, http:// www. Sciencedirect .com/ science/ article/ pii/ S0307904X14001334.

13- Ignizio, J.P. 1982. *On the rediscovery of fuzzy goal programming, decision Sciences*, 13(2): 331-336.

14- Kehnsal, M. and Mohammadian, F. 2007. Application of Fuzzy Ideal Planning in Determining the Optimal Model of Cultivation of Crops, *Selected Articles of the Sixth Conference on Agricultural Economics, Scientific Society of Agricultural Economics of Iran*. (In Persian).

15- Khalili- Damghani, K. Sadi- Nezhad, S. and Tavana, M. 2013. Solving multiperiod project selection problems with fuzzy goal programming based on TOPSIS and a fuzzy preference relation. I*nformation Sciences*, 253(10): 42-61

16- Kim, J. and Whang, K. 1998. A tolerance approach to the Fuzzy goal programming problems with unbalanced triangular membership function, *European Journal of Operational Research*, 107(2): 614–624.

17- Lee, S.M. 1972. *Goal Programming for Decision Analysis. Philadelphia, Auer Bach, Publishers.*

18- Liang, T.F. 2010. Applying fuzzy goal programming to project management decisions with multiple goals in uncertain environments. *Expert Systems with Applications*. 37(12), pp. 8499- 8507.

19- Liao, C.N. and Kao, H.P. 2014. An evaluation approach to logistics service using fuzzy theory, quality function development and goal programming. *Computers and Industrial Engineering*. 68, pp. 54-64.

20- Mir Karimi, Sh., Julia, R., Eshraghi, F. and Shirani Beid Abadi, F. 2016. Managing Crop Crop Pattern with Emphasis on Environmental Considerations (Case Study: Amol County), *Environmental Science and Technology*, 18 (2), pp. 253-263. (In Persian).

21- Mohammadi, H., Bustani, F. and Babolzadeh, F. 2011. Determination of Optimal Cropping Pattern Using Nonlinear Multi-objective Optimization Algorithm, *Journal of Water and Wastewater*, 4, pp. 43-55. (In Persian).

22- Mohammadian F, Shahnoshini N., Ghorbani M. and Aqel H, 2010. Formulation of a Sustainable Crop Pattern in Freiman Plain of Torbat Jam. *Agricultural Economics*, (2), pp. 1-42. (In Persian).

23- Narinyani, A. 1980. *Indefinite sets - a new type of data for knowledge representation*, Preprint 232, Computer Center of the USSR Academy of Sciences, Novosibirsk,

24- Parhzikari, A., Mozafari, M., Khaki, M. And Taghizzadeh Ranjbari, h. 2015. Optimal allocation of water and land resources in Rudbaralmoot area using FGFP model. *Journal of Water and Soil Conservation*, 4 (4), pp. 24-11. (In Persian).

25- Parhzikari, A., Sabouhi, M. 2012. Operational management and optimal allocation of water resources for determining the optimal cultivating model (Approach to Ideal Fractionation Model). *Third Conference on Integrated Water Resources Management, Sari University of Natural Resources, Faculty of Agriculture, August 2012*. (In Persian).

26- Rastegaripour, F., Sabouhi, M. 2009. Determination of Crop Pattern Using Gray Fuzzy Programming Case Study of Ghoochan City, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13 (48), pp. 413-405. (In Persian).

27- Rubin, P.A., Narasimhan, R. 1984. *Fuzzy Goal Programming with nested priorities, fuzzy sets and systems*, 14, pp. 115- 129.

28- Sabouhi M. and Ziaei, S. 2009. Optimization of Crop Pattern Using Fuzzy Ideal Planning with Appropriate Change Approach: A Case Study of Neyshabour City, *Journal of Agricultural Economics*, 3 (1), pp. 219-229. (In Persian).

29- Sen, N. and Nandi, M. 2012. A goalprogramming approach to rubber- tea intercropping management in Tripura, *Asian Journal of Management Research*, 3(1), pp.178- 183.

30- Sharma, D.K., Ghosh, D. and Alade, J.A. 2003. Management Decision making for sugar can fertilizer mix problems through goal programming? *Journal of Applied Mathematics and Computing*, 13(1- 2), pp. 323- 334.

31- Sharma, D.K., Jana, R.K., and Gaur, A. 2007. Management decision-making for sugar cane fertilizer mix problems through goal programming, *Yugoslav Journal of Operations Research*, 17(3), pp. 31- 42.

32- Shirzadi, S., Kiikha, A. and Sabouhi, M. 2009 Optimal allocation of water in water supply networks of Zabul agricultural sector under risk and non-risk conditions. *Seventh Agricultural Economics Conference, Tehran*. (In Persian).

33- Tiwari, R.N., Dharmar, S. and Rao, J.R. 1987. *Fuzzy Goal Programming an additive model, fuzzy sets and systems*, 24(1): 27– 34.

34- Zeng, X., Shaozhong, K., Fusheng, L., Lu, Z, and Ping G, 2010. Fuzzy multi-objective linear programming applying to crop area planning,*Agricultural Water Management*,Vol 98(), 1, Pages 134-142,

35- Zimmerman, H.J. 1978. *Fuzzy programming and linear programming with several objective function, fuzzy set and systems1*, P: 45- 55.

36- Zimmerman, H.J 1985. *Fuzzy set theory and its applications. Kluwer Academic, Dordrecht*.