



Assessing the Sustainability of Agricultural Systems Using an Aggregated Index in Pakdasht Township

Document Type
Research Paper

Nasrin Baghbani¹, Jafar Kambozia*², Abdul Majid Mahdavi Damghani³,
Romina Sayahnia⁴

Received
2024/08/19

Accepted
2025/06/02

1. PhD Student of Agroecology, Research Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Agroecology Department, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Agroecology Department, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
4. Assistant Professor, Environmental Planning and Design Department, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran



DOI: <http://doi.org/10.22034/eiap.2025.229964>

Abstract

Agricultural systems in hot and dry regions are evolving at a high speed. In order to adapt to water scarcity, farmers have turned to new methods based on greenhouse cultivation. The long-term income, food security and adaptability of people in dry areas largely depend on the sustainability of these agricultural practices. In this context, it is very important to evaluate the level of sustainability of these cultivation systems. The present study tries to evaluate the sustainability of agricultural practices in the hot and dry region of Pakdasht township by defining an Aggregated Index (AGI) using four main indicators of stability, compatibility, productivity and equitability, and evaluates the main determining factors. For this purpose, a field study was conducted in three villages with different cultivation systems in Pakdasht township. Data were collected through structured questionnaires, focus group discussions, field observations, and secondary data. A comprehensive set of sub-indicators suitable for measuring the main indicators was identified. The main indicators and sub-indices were weighted using Fuzzy Analytic Hierarchy Process to measure the level of sustainability of the studied villages. Among the agricultural methods studied, Golzar village is the most sustainable, Karimabad and Eramboye villages are ranked next. The holistic and interdisciplinary approach used in this research has the potential of a useful framework for sustainability assessment and provides a useful summary of sustainability issues and problems. Therefore, the information obtained from this study has the potential to be used in formulating the policies of this part of the country.

Keywords: Agricultural systems, Sustainability assessment, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Aggregate Index, Pakdasht township

Introduction

Approximately 74,679 people living in the villages of Pakdasht township (Pakdasht Agricultural Jihad, 1400) are experiencing the threats of frequent droughts and the effects of climate change. In the study area, agriculture is the main livelihood activity and plays a key role in facing the challenges of growing population, reducing poverty (Azad et al, 2009), maintaining food security (Khan and Awal, 2020). The goals of development and adaptation to climate change (Abedin and Shaw, 2013), in the last four decades, have changed the traditional agricultural practices of the region. The growing concern about the effects of new agricultural practices on food security, environment, and social development has led to the question, "What are the sustainability characteristics of different agricultural systems used to provide livelihoods for farmers in the study area?"

Methodology

In this research, using Cochran's formula, 325 farmers from Golzar, Eramboye and Karimabad villages of Pakdasht city were selected as the Sample community. In addition, the statistical population of the AHP survey department is 20 key informants consisting of 5 expert farmers of the region, 10 experts of the city's agricultural jihad and 5 professors of agriculture. In the present research, data were collected by library, field and questionnaire methods.

1. Selection of main indicators

In this research, by reviewing sources and collaborative discussions, the four criteria of stability, compatibility, productivity and equitability (Conway, 1986; Folke et al, 2002; vanLoon, 2005; Altieri et al. 2011) were chosen as indicators of sustainability. Considering that agriculture is a process of producing food, fibers and also a way of life, therefore, indicators of stability, compatibility, productivity and equitability can reflect different dimensions of sustainability. Appropriate sub-indicators to measure the main indicators were selected using literature review and participatory discussions with the local community.

2. Selection of sub-indexes

After determining the main indicators for evaluation, sub-indices were selected. Various sets of indicators have been proposed to evaluate agricultural sustainability, (Van Cauwenbergh et al., 2007; FAO, 2012; Hayati et al., 2013; Franco Alirio Vallejo Cabrera et al, 2020). According to the conducted researches, there is still a field for combining and defining new sustainability indicators. In addition, certain indicators may not be applicable to all regions or times. Therefore, the selection of appropriate indicators to evaluate the sustainability of each geographical region should be done within the framework of the environment with its advantages, unique stresses and ecological, economic and social issues that are specific to that region. In Pakdasht township, the consumption of water and chemical inputs, the water requirement of crops, the cultivation area of crops and the presence of Afghan workers in the region need special attention. Considering this importance, in this research, the main index of stability with the sub-indices of the average variance of income for 6 years (1395-1400) and income from creating added value for products, the main index of the average consistency of the ratio of the area of uncultivated land due to lack of water to the total area, the average amount of water available to the farmer per hectare and the average amount of chemical inputs consumed per hectare, the main index of productivity with sub-indices of economic productivity of land, economic productivity of water, economic productivity of labor, economic productivity of chemical inputs and the main index of equitability with sub-indices of per capita income, access to health services and

average access to low consumption facilities and equipment were selected as sustainability evaluation indicators.

3. Aggregation of data to assess sustainability

After identifying the indicators, the collected data were normalized and unscaled. Then, in order to evaluate the level of sustainability, the values of sub-indexes collected from three villages were weighted and aggregated using Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP). To calculate the aggregate index, the effects (index values and weights) of all indices were summed under the standard additive aggregation rule, according to the following function. The overall value of the alternative 'x' is given by

$$v(x) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(x)$$

where n = the number of attributes; w_i = the weights of attributes; and $v_i(x)$ = the rating of an alternative x with respect to an attribute i .

By combining the index data and the weights assigned to each index, the numerical value of each of the main indices was calculated. Finally, by aggregating the main indicators, a general level of sustainability was obtained for each studied village.

Results and discussion

Based on the results obtained from the data collection of the sub-indices, their weighting and the calculation of the aggregate index, Golzar village with the system of growing flowers and ornamental plants in the greenhouse has the highest average collective sustainability with 0.28 compared to the other two villages. Among the four main indicators, the points of compatibility, productivity and equitability are the highest with 0.47, 0.12 and 0.53 in this village, respectively, and the stability score is the lowest with 0.001. Karimabad village with a combination of farming systems, greenhouse, animal husbandry and garden, ranks second in terms of overall sustainability index with 0.21 and among the 4 main indicators, it ranks first in stability index with 0.058, in productivity indicators and Justice ranks second with 0.48 and 0.021, respectively, and ranks third in compatibility index with 0.29. Eramboye village has the lowest cumulative index among the three villages with its grain farming system. Regarding the main indicators of stability and compatibility, it has been ranked second, and regarding the indicators of productivity and justice, it has been assigned the last rank.

Conclusion

Agricultural sustainability in the three villages of Golzar with the greenhouse cultivation of ornamental plants, Eramboye with the cultivation of grains and Karimabad with a series of activities, agriculture, summer greenhouse, horticulture and animal husbandry in Pakdasht township by measuring the indicators of stability, compatibility, productivity, and equitability and summing them up. It was evaluated and compared using the FAHP weighting method. According to the results obtained in the aggregate index of sustainability, the first place was assigned to Golzar village, the second place was assigned to Karimabad village and the third place was assigned to Eramboye. With the investigations carried out and the results obtained in this research regarding the farming systems of Golzar village, although the level of farmers' income and per capita income is high, it is unstable in the long term, and also considering the high consumption of water and chemical inputs, policies and Management measures in this village should be aimed at reducing income variance, reducing water consumption and chemical inputs. In Eramboye village, all four main indicators are not at the desired level, and it is necessary to take necessary measures in order to increase the variety of cultivation systems, increase the variety of products, increase the yield per unit area, increase the access of

farmers to low-consumption facilities and equipment, and change the traditional irrigation systems to irrigation systems under the pressure and increase of health facilities in the village should be done. Karimabad village has acceptable stability, adaptability and equitability with the variety of cultivation systems, but in order to increase stability, it needs changes regarding productivity, especially increasing water and labor productivity. In the end, a holistic and interdisciplinary approach was developed for assessing and comparing the sustainability level of agricultural systems and it has the potential to become useful as a framework for future analyses of sustainability. Further comprehensive assessment-based investigations are needed to understand the present agricultural practices and to facilitate improvements wherever possible in aspects identified within the categories, in order to close the sustainability gaps of different agricultural systems.

References

- Abedin, M.A. & Shaw, R. 2013. Agriculture adaptation in coastal zone of Bangladesh. In R. Shaw, F. Mallick, and A. Islam (eds). *Climate Change Adaptation Actions in Bangladesh*. Springer, Japan, p. 207-225.
- Altieri, M., Funes-Monzote, F. & Petersen, Paulo. 2011. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: Contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*. 32. 10.1007/s13593-011-0065-6.
- Awal, Md., & Khan, M. 2020. Global Warming and Sea Level Rising: Impact on Agriculture and Food Security in Southern Coastal Region of Bangladesh. *Asian Journal of Geographical Research*. 3. 9-36. 10.9734/AJGR/2020/v3i330107.
- Azad, A.K., Jensen, K.R., & Lin, C.K. 2009. Coastal aquaculture development in Bangladesh: Unsustainable and sustainable experiences. *Environmental Management* 44(4): 800–809.
- Conway, Gordon R. 1986. *Agroecosystem analysis*, Agricultural Administration, Volume 20, Issue 1, Pages 31-55
- FAO. 2012. *Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems (SAFA) Guidelines*. Natural Resources Management
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, Th., Gunderson, L., Holling, C. S. & Walker, B. 2002. "Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations," *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 31(5), 437-440.
- Hayati, D., Ranjbar, Z., & Karami, E. 2011. Measuring agricultural sustainability. In E. Lichtfouse (ed.). *Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture*. Springer, Netherlands. p. 73–100.
- Vallejo, F. & Salazar Villarreal, M. & Gómez, L. & Giraldo Díaz, R. 2020. Sustainability of agroecosystems in a Rural Reserve Area of Pradera, Valle del Cauca, Colombia. *Environmental and Sustainability Indicators*. 7. 100040. 10.1016/j.indic.2020.100040.
- Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Biolders, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., & Peeters, A. 2007. SAFE-A hierarchical framework for assessing the sustainability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120(2):229–242.
- VanLoon, G.W., Patil, S.G., & Hugar, L.B. 2005. *Agricultural Sustainability: Strategies for Assessment*. SAGE Publications, New Delhi

ارزیابی پایداری سیستم‌های کشاورزی با استفاده از شاخص تجمیعی در شهرستان پاکدشت

نسرین باغبانی^۱، جعفر کامبوزیا*^۲، عبدالمجید مهدوی دامغانی^۳، رومینا سیاح‌نیا^۴

۱. دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. دانشیار گروه اگرواکولوژی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۳. دانشیار گروه اگرواکولوژی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۴. استادیار گروه برنامه‌ریزی و طراحی محیط، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۴۰۳/۰۹/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۴/۰۳/۱۲

چکیده

سیستم‌های کشاورزی در مناطق گرم و خشک با سرعت بالایی در حال تحول است. کشاورزان به منظور سازگاری با کم‌آبی، به شیوه‌های جدید مبتنی بر کشت گلخانه‌ای روی آورده‌اند. درآمد بلند مدت، امنیت غذایی و سازگاری مردم مناطق خشک تا حد زیادی به پایداری این شیوه‌های کشاورزی بستگی دارد. در این زمینه، ارزیابی سطح پایداری این سیستم‌های کشت بسیار مهم است. مطالعه حاضر تلاش می‌کند تا پایداری شیوه‌های کشاورزی در منطقه گرم و خشک شهرستان پاکدشت را با تعریف یک شاخص تجمیعی (AGI)^(۱) با استفاده از چهار شاخص اصلی ثبات، سازگاری، بهره‌وری و عدالت، پایداری را ارزیابی و عوامل تعیین‌کننده اصلی را بررسی کند. به این منظور یک مطالعه میدانی در سه روستا با سیستم‌های کشت متفاوت در شهرستان پاکدشت انجام شد. داده‌ها از طریق پرسشنامه‌های ساختاریافته، بحث‌های گروهی متمرکز، مشاهدات میدانی، اطلاعات ثانویه جمع‌آوری شد. مجموعه جامعی از شاخص‌های فرعی مناسب برای سنجش شاخص‌های اصلی شناسایی شد. شاخص‌های اصلی و شاخص‌های فرعی با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی^(۲) برای اندازه‌گیری سطح پایداری روستاهای مورد مطالعه وزن‌دهی شدند. در بین شیوه‌های کشاورزی مورد مطالعه، روستای گلزار بیشترین پایداری، روستاهای کریم‌آباد و ارمبویه در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. رویکرد کل‌نگر و میان‌رشته‌ای به کار گرفته شده در این پژوهش، پتانسیل یک چارچوب مفید برای ارزیابی پایداری را داشته و خلاصه‌ای مفید از مسائل و مشکلات پایداری را فراهم می‌کند. لذا اطلاعات به دست آمده از این مطالعه پتانسیل استفاده در تدوین سیاست‌های این بخش از کشور را دارا است.

کلید واژه‌ها: سیستم‌های کشاورزی، ارزیابی پایداری، تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی فازی، شاخص تجمیعی، شهرستان پاکدشت

سرآغاز

تقریباً ۷۴۶۷۹ نفر از ساکنان روستاهای شهرستان پاکدشت تهدیدات ناشی از خشکسالی‌های مکرر، تأثیرات تغییرات آب و هوایی را تجربه می‌کنند (Pakdasht Agricultural Jihad, 1400). در منطقه مطالعاتی، کشاورزی فعالیت اصلی معیشت است و نقش کلیدی در مقابله با چالش‌های جمعیت رو به رشد، کاهش فقر (Azad et al, 2009)، حفظ امنیت غذایی (Khan & Awal, 2020)، ایفا می‌کند. اهداف توسعه و سازگاری با تغییرات آب و هوایی (Abedin & Shaw, 2013)، در چهار دهه گذشته، شیوه‌های سنتی کشاورزی منطقه را تغییر داده است. در حال حاضر تعداد قابل توجهی از کشاورزان در این منطقه سیستم کشت گلخانه‌ای را جایگزین شیوه‌های کشاورزی موجود کرده‌اند. مطالعات مختلف نشان داده است که شیوه‌های کشت گلخانه‌ای با توجه به تغییرات، در دسترسی به منابع طبیعی، اثرات مثبتی در افزایش و تنوع تولید مواد غذایی داشته است، اما در عین حال آسیب‌های بالفعل و بالقوه جدی به طبیعت و جامعه وارد کرده است (Haque, 2004; DoE, 2005). نگرانی فزاینده در مورد اثرات شیوه‌های جدید کشاورزی بر امنیت غذایی، محیط‌زیست و توسعه اجتماعی به این سوال منجر شده است که «ویژگی‌های پایداری سیستم‌های کشاورزی مختلف که برای تأمین معیشت کشاورزان در منطقه مورد مطالعه استفاده می‌شوند چیست؟»

این امر مستلزم بررسی جامع شاخص‌های پایداری شیوه‌های مختلف کشاورزی در منطقه به منظور اطمینان از سوددهی بلندمدت کشاورزی و بقای منابع اولیه در این بخش از کشور است. این بررسی نه تنها برای افرادی که مستقیماً تحت تأثیر قرار می‌گیرند، بلکه برای کل کشور نیز مهم است. در حوزه سیاست، اظهارات قوی در مورد نیاز به توسعه پایدار با تضمین مدیریت سالم محیط زیستی، اجرای فعالیت‌های اقتصادی متنوع و تأمین نیازهای اجتماعی وجود دارد. لذا با این تأکید فزاینده، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی پایداری سیستم‌های مختلف کشاورزی در شهرستان پاکدشت، به کشاورزان و سیاست‌گذاران در انتخاب‌هایی که منجر به افزایش امنیت غذایی شده و منافی را برای جامعه به عنوان یک کل ارائه دهد، کمک می‌کند. اهداف خاص این تحقیق عبارتند از: ۱. توسعه روش‌شناسی جدید، شامل تجمیع داده‌های شاخص، برای ارزیابی پایداری سیستم‌های

کشاورزی. و ۲. استفاده از این روش در مقایسه پایداری سیستم‌های کشاورزی رایج در شهرستان پاکدشت.

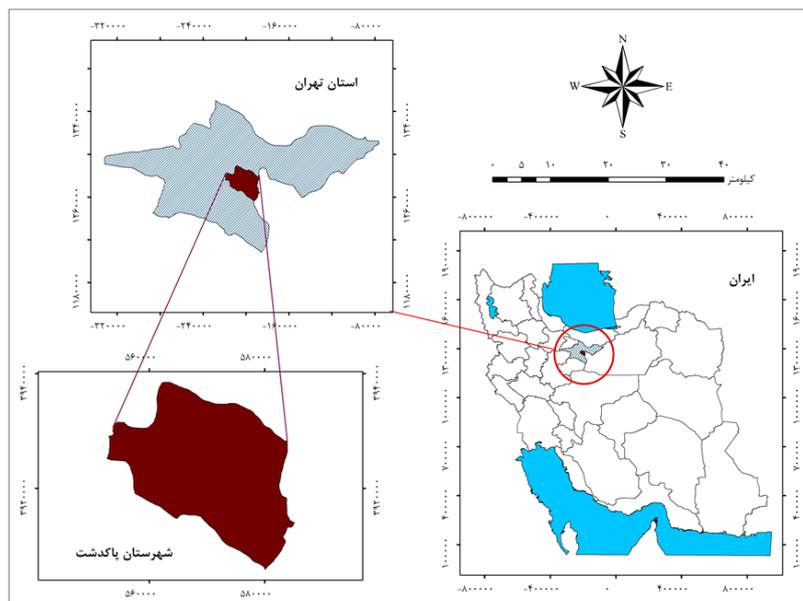
مواد و روش‌ها

منطقه مطالعاتی

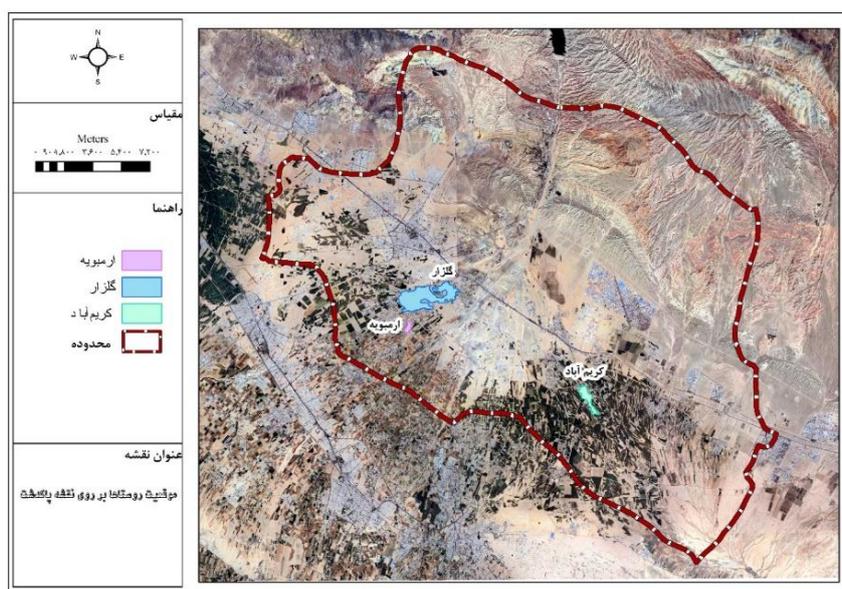
شهرستان پاکدشت یکی از شهرستان‌های استان تهران است که در فاصله ۲۰ کیلومتری و جنوب شرقی شهر تهران است که در ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه ۲۸ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این شهرستان با وسعتی معادل ۷۵۰ کیلومتر مربع، حدود ۳/۲ درصد از مساحت استان تهران را به خود اختصاص داده و با ارتفاع ۱۰۲۵ متر از سطح دریا در زمین‌های آبرفتی جنوب رشته کوه‌های البرز قرار گرفته است. شهرستان پاکدشت با ۲۳۳۰۶ هکتار اراضی قابل کشت بطور کلی ۱۲۰۴ درصد از کل اراضی کشاورزی استان تهران را به خود اختصاص داده و تا ۷۵ درصد از تولیدات گل استان تهران در این شهرستان کشت می‌شود (نقشه ۱).

روستای گلزار در ۵۱ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی، ۳۵ درجه ۲۶ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۰۴۰ متر، روستای ارموبیه در ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی، ۳۵ درجه ۲۵ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۱۰۱۴ متر و روستای کریم‌آباد در ۵۱ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی، ۳۵ درجه ۲۳ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۹۹۹ متر از سطح دریا، پس از بررسی‌های میدانی و مشاوره با کارشناسان محلی، بر اساس دسترسی به نمونه‌های نماینده انواع کشاورزی در شهرستان پاکدشت، به عنوان مناطق مورد مطالعه انتخاب شدند (نقشه ۲).

همه مناطق مورد مطالعه در دشت‌های نسبتاً هموار با اختلاف ارتفاع کم قرار دارند که از شمال به تپه ماهورها و ارتفاعات مناطق جنوبی دماوند و تهران و از سمت جنوب به دشت‌های حاصلخیز شهرستان ورامین که غالب اراضی منطقه جزو خاک‌های شنی-رسی محسوب می‌شود، متصل می‌باشند. از نظر اقلیم، با درجه حرارت متوسط سالیانه ۱۶/۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه ۱۵۹/۸ میلی‌متر، جزء مناطق خشک با زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم (طبقه‌بندی اقلیمی یونسکو) محسوب شده و میزان تبخیر و تعرق سالیانه آن بیشتر از میانگین بارندگی سالیانه است.



نقشه (۱): نقشه شهرستان پاکدشت



نقشه (۲): موقعیت روستاهای مورد مطالعه بر روی نقشه شهرستان پاکدشت

گلزار به گلخانه‌های پرورش گل و گیاه اختصاص دارد. سیستم کشت در روستای گلزار، گلخانه‌های پرورش گل و گیاهان زینتی، در روستای ارمبویه زراعت غلات و در روستای کریم‌آباد ترکیبی از زراعت غلات، گلخانه‌های گوجه و خیار و دامداری صنعتی است. گلخانه‌های گل و گیاهان زینتی شامل کشت گل‌های شاخه بریده و گلدانی، زراعت شامل کشت گندم، جو و ذرت، گلخانه‌های صیفی‌جات شامل کشت خیار، گوجه و بادمجان و دامداری‌ها شامل پرورش گوساله‌های شیری و گوشتی می‌باشند.

کاهش شدید بارش و افزایش خشکسالی در شهرستان پاکدشت موجب دشواری کشاورزی متعارف شده و به همین دلیل است که بیشتر کشاورزان منطقه به کشت گلخانه‌ای روی آورده‌اند. در روستای گلزار کشاورزان در سال‌های ۱۳۶۰ شروع به ساخت گلخانه گل و گیاه در زمین‌های کشاورزی کردند. بازده اقتصادی خوب، کشاورزان دیگر را تحت تأثیر قرار داد تا پرورش گل و گیاه را در زمین‌های خود شروع کنند و این به یک عمل گسترده تبدیل شد و اکنون ۹۸ درصد از زمین‌های موجود در روستای

جامعه نمونه

در این پژوهش جامعه آماری، کشاورزان روستاهای گلزار، ارمبویه و کریم‌آباد شهرستان پاکدشت است که با استفاده از فرمول کوکران ۳۲۵ نفر از آنها به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. در مجموع ۱۵۴، ۷۵ و ۹۶ خانوار به ترتیب از گلزار، ارمبویه و کریم‌آباد مورد بررسی قرار گرفتند (جدول ۱). تعداد پرسش‌نامه‌های توزیع شده در هر روستا بر اساس تعداد واحدهای کشاورزی سهمیه‌بندی شده است. به‌علاوه، نمونه آماری بخش نظرسنجی AHP، ۲۰ مطلع کلیدی متشکل از ۵ کشاورز خبره منطقه، ۱۰ نفر از کارشناسان جهاد کشاورزی شهرستان و ۵ نفر از اساتید رشته کشاورزی می‌باشند که بین آنها پرسشنامه‌ی طراحی شده، توزیع شد.

روش‌های جمع‌آوری داده‌های شاخص‌ها

روش گردآوری داده در پژوهش حاضر، روش کتابخانه‌ای و میدانی است.

جدول (۱): تعداد نمونه در هر روستا با استفاده از فرمول کوکران

ردیف	نام روستا	حجم نمونه
۱	گلزار	۱۵۴
۲	ارمبویه	۷۵
۳	کریم‌آباد	۹۶
	مجموع	۳۲۵

الف. روش کتابخانه‌ای: به منظور بررسی مبانی نظری و پیشینه تحقیقات صورت گرفته در داخل و خارج از کشور از مقالات، کتب و پایان‌نامه‌های مربوطه استفاده شد. اطلاعات کشاورزی از جمله سطح زیر کشت زراعی، باغی و گلخانه‌ای، تعداد کشاورزان هر روستا، میزان تولید و ... از اداره جهاد کشاورزی شهرستان پاکدشت جمع‌آوری شد. برای تجزیه و تحلیل بافت خاک از اطلاعات اداره جهاد کشاورزی شهرستان پاکدشت و بررسی‌های محلی استفاده شد. داده‌های اقلیمی (متوسط دما، بارندگی و ...) از اداره هواشناسی استان تهران دریافت شد. اطلاعات منابع آبی و میزان آب در دسترس کشاورزان از شرکت آب فاضلاب شهرستان ورامین جمع‌آوری شد. اطلاعات جمعیتی روستاها از مرکز آمار ایران اخذ شد. ب. روش میدانی: اطلاعاتی که در منابع کتابخانه‌ای و آمارهای کشور موجود نبود با پیمایش میدانی و

مشاهده جمع‌آوری شد. اطلاعات مربوط به هر کشاورز (اندازه خانوارها، سطح تحصیلات، منبع درآمد، میزان درآمد، میزان دارایی‌ها، اطلاعات منطقه و...) از طریق پرسشنامه و مصاحبه تکمیل شد (جدول ۲). لازم به ذکر است روایی و پایایی پرسشنامه به ترتیب با استفاده از شاخص روایی محتوایی (CVT)^(۲) و شاخص آلفای کرونباخ سنجیده شد و در نهایت طبق نتایج به دست آمده در جدول ۲، پرسشنامه با تأیید ۹۳ درصد از گزینه‌های پرسشنامه روایی لازم را به دست آوردند (جدول ۲). همچنین پایایی پرسشنامه با استفاده از آلفای کرونباخ محاسبه شد. طبق نتیجه به دست آمده ضریب آلفای کرونباخ ۰/۷۳۹ و قابل قبول است (جدول ۳).

جدول (۲): نتایج آزمون روایی محتوایی پرسشنامه CVT

Cases	N	%
Valid	12	92.7
Excluded ^a	1	7.3
Total	13	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

جدول (۳): خروجی آزمون آلفای کرونباخ

Cronbach's Alpha	N of Items
.739	13

انتخاب شاخص‌های اصلی

در این تحقیق با مرور منابع و بحث‌های مشارکتی چهار معیار ثبات، سازگاری، بهره‌وری و برابری (Conway, 1986; VanLoon, 2005; Altieri et al. 2011; Altieri et al. 2012; Folke et al, 2002) به عنوان شاخص سنجش پایداری انتخاب شد. با توجه به این که کشاورزی یک فرآیند از تولید مواد غذایی، لیاف و همچنین شیوه زندگی است، لذا شاخص‌های ثبات، سازگاری، بهره‌وری و برابری می‌توانند ابعاد مختلف پایداری را منعکس کنند. زیرشاخص‌های مناسب برای اندازه‌گیری شاخص‌های اصلی، با استفاده از مرور منابع و بحث‌های مشارکتی با جامعه محلی انتخاب شدند.

برای داشتن یک استاندارد زندگی مناسب و راحت گرد هم آیند. علاوه بر این، رفاه اجتماعی جامعه در داخل یک اکو سیستم کشاورزی برای پایداری خود کشاورزی بسیار مهم است (VanLoon et al., 2005). در این مقاله، برابری به عنوان شاخصی از رفاه اجتماعی اندازه‌گیری شده است که برای نشان دادن توزیع متعادل مزایای کشاورزی برای همه اعضای جامعه استفاده می‌شود. درآمد سرانه، دسترسی به خدمات بهداشتی و دسترسی به امکانات کم مصرف به عنوان زیرمعیارهای سنجش برابری انتخاب شدند.

انتخاب شاخص‌های فرعی

پس از تعیین شاخص‌های اصلی برای ارزیابی، شاخص‌های فرعی انتخاب شدند. برای ارزیابی پایداری کشاورزی مجموعه‌های مختلفی از شاخص‌ها پیشنهاد شده‌اند (Hayati et al., 2011; Van Cauwenbergh et al., 2007; FAO, 2012; Franco Alirio Vallejo Cabrera et al., 2020) منطقه San Isidro کلمبیا ۱۴ اکوسیستم کشاورزی را با ۲۶ شاخص که با استفاده از تکنیک‌های پژوهشی مشارکتی با کشاورزان ساخته شده بود، ارزیابی کردند. در این مطالعه، بهره‌وری با شاخص‌های، میزان تولید محصولات اصلی، میزان تولید دانه قهوه، ثبات با شاخص‌های، کیفیت خاک، مالکیت زمین و در دسترس بودن آب، قابلیت اطمینان و انعطاف‌پذیری با شاخص‌های، تنوع‌زیستی، مدیریت سیستم، تعداد محصولات کشاورزی فروخته شده و تعداد محصولات دامی فروخته شده، سازگاری با شاخص‌های، هدف تولید، تولید ارزش افزوده برای محصولات کشاورزی و دامی، کاربرد دانش به دست آمده محلی برای تولید حیوانات و محصولات کشاورزی، برابری و خودمدیریتی با شاخص‌های توزیع درآمد، درصد وابستگی به منابع خارجی و خودکفایی مواد غذایی برای ارزیابی پایداری انتخاب شدند. (Rodríguez Sousa et al., 2020)، در پژوهشی دو نوع مدیریت تلفیقی و اکولوژیکی باغ‌های زیتون را تحت رویکرد چند منظوره کشاورزی (MFA)، در Estepa اندلس، اسپانیا مقایسه کردند. برای این منظور، شاخص‌های محیط‌زیستی شامل، فرسایش سالانه خاک، ذخیره کربن خاک، تنوع پوشش گیاهی و غنای پروانه‌های Lepidoptera به عنوان کیفیت زیستی اگر اکوسیستم، شاخص اقتصادی یعنی درآمد مزرعه، درآمد خالص حاصل از فروش زیتون به همراه یارانه دریافتی و

ثبات در تولید محصولات زراعی، به توانایی حفظ سطح خوبی از تولید در یک بازه زمانی بلندمدت اشاره دارد (VanLoon et al., 2005). به طور کلی نمی‌توان به طور مستقیم ثبات را به معنای پیش‌بینی اندازه‌گیری کرد، اما می‌توان آن را به طور غیر مستقیم با بررسی روند تولید، کیفیت منابعی که تولید به آنها بستگی دارد، تخمین زد. در این پژوهش شاخص ثبات، با زیر معیارهای واریانس درآمد و درآمد حاصل از فرآوری محصولات کشاورزی تعیین شد.

سازگاری، در یک مفهوم گسترده، به توانایی یک سیستم کشاورزی برای تطابق با محیط اکوسیستمی، انسانی و اجتماعی-فرهنگی که سیستم در آن قرار دارد اشاره دارد (VanLoon et al., 2005). فعالیت‌های کشاورزی در محیط‌های طبیعی انجام می‌شود، اما در عین حال، این فعالیت‌ها می‌توانند عامل مشکلات محیط‌زیستی مانند آلودگی آب، کاهش منابع آب، از دست دادن تنوع‌زیستی، فرسایش خاک یا سایر انواع تخریب یک محیط سالم باشند. بنابراین، در یک سیستم کشاورزی پایدار، انتظار می‌رود که فعالیت‌های کشاورزی هیچ آسیبی نداشته باشد یا کمترین آسیب را به همراه داشته باشد و منافع گسترده‌ای را برای رفاه انسان و محیط طبیعی فراهم کند. زیرمعیارهای میزان مصرف آب در هکتار، میزان مصرف نهاده‌های شیمیایی در هکتار و نسبت زمین‌های کشت نشده به علت کم‌آبی به مساحت کل اراضی، برای اندازه‌گیری معیار سازگاری انتخاب شد.

فرآیندهای تولید محصولات زراعی به مجموعه‌ای از نهاده‌ها نیاز دارند. بهره‌وری اندازه‌گیری میزان افزایش تولید محصول توسط این نهاده‌ها است (VanLoon et al., 2005). بهره‌وری کشاورزی را می‌توان با شاخص‌هایی که مبتنی بر مصرف هر یک از نهاده‌ها در طول تولید هستند، اندازه‌گیری کرد. در واقع بهره‌وری تصویر جامعی از چگونگی استفاده موثر از منابع در تولید محصولات را ارائه می‌دهد. به همین ترتیب، بهره‌وری را می‌توان به صورت درآمد حاصل از تولید به ازای مصرف هر واحد نهاده نیز بیان کرد. در این مطالعه برای اندازه‌گیری بهره‌وری از بهره‌وری اقتصادی زمین، بهره‌وری اقتصادی آب، بهره‌وری اقتصادی نیروی کار و بهره‌وری اقتصادی نهاده‌های شیمیایی استفاده شده است.

کشاورزی باید کیفیت زندگی را در میان افراد مختلف درگیر در فعالیت‌های کشاورزی و در درون خانواده‌ها ارتقا دهد. تمام جنبه‌های فعالیت‌های کشاورزی باید برای حمایت از کشاورزان،

۲۴ شاخص در سه بعد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی انتخاب و شاخص‌ها را با استفاده از روش AHP وزن‌دهی کردند. با توجه به پژوهش‌های انجام شده تاکنون، همچنان زمینه‌ای برای ترکیب و تعریف شاخص‌های پایداری جدید وجود دارد. علاوه بر این، شاخص‌های خاص ممکن است برای تمام مناطق و یا زمان‌ها قابل اجرا نباشند. لذا انتخاب شاخص‌های مناسب برای ارزیابی پایداری هر منطقه جغرافیایی باید در چارچوب محیط با مزیت‌ها، استرس‌های منحصر به فرد آن و مسائل اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی که خاص همان منطقه است انجام شود. در شهرستان پاکدشت میزان مصرف آب و نهاده‌های شیمیایی، نیاز آبی محصولات، سطح کشت محصولات زراعی و حضور مهاجران و کارگران افغان در منطقه نیازمند توجه خاص است. با توجه به این مهم، مجموعه‌ای از شاخص‌های فرعی، به منظور دستیابی به اهداف مورد نظر تحقیق شناسایی و در شاخص‌های اصلی پایداری دسته‌بندی شدند. فهرست شاخص‌های فرعی برای هر دسته از شاخص‌های اصلی پایداری به همراه متوسط شاخص‌های فرعی برای هر روستا در جدول‌های (۴ تا ۷) ارائه شده است.

الگوریتم فرایند AHP فازی به روش آنالیز توسعه

چانگ^(۴)

پس از شناسایی شاخص‌ها، برای تعیین میزان اهمیت، اولویت‌بندی و تعیین وزن هر یک از شاخص‌های اصلی و فرعی از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی بهبود یافته چانگ استفاده شد و طبق مراحل اصلی زیر انجام شد: مرحله نخست این الگوریتم، ساخت سلسله مراتب برای مسئله است (شکل ۱).

شاخص‌های اجتماعی خانواده، کار دائم و موقت را در نظر گرفتند و سپس، رفتار چند منظوره باغات زیتون را تحت طرح‌های مختلف مدیریتی با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی چند معیاره (AHP) مورد ارزیابی قرار دادند. (Caitlin A. Peterson et al., 2018)، نیز چارچوب عملیاتی که از (Conway, 1986; Folke et al, 2002) اقتباس کرده بودند را برای ارزیابی انعطاف‌پذیری در سیستم‌های کشاورزی پیشنهاد کردند. در این چارچوب کارکرد اکوسیستم‌های کشاورزی را با تمرکز بر عملکرد محصول، درآمد مزرعه و ارائه خدمات اکوسیستم، حول چهار ویژگی اصلی سیستم: بهره‌وری، ثبات، پایداری و تاب‌آوری برای نظارت بر انعطاف‌پذیری، ارزیابی کردند. (Bahadori et al., 2018) در پژوهشی تحت عنوان «شناسایی نشانگرهای پایداری محیط‌زیستی کشاورزی خانوادگی کوچک- مقیاس با استفاده از روش دلفی فازی» به بررسی و شناسایی شاخص‌های سنجش پایداری محیط‌زیستی در نظام‌های کشاورزی خانوادگی پرداختند. بر اساس نتایج تحقیق، از میان ۷۶ نشانگر مستخرج از مطالعات اسنادی و پیشنهادی پانل متخصصان در بخش کیفی تحقیق، تعداد ۲۸ نشانگر در قالب ۱۰ مقوله شامل: اقلیم، منابع ارضی، منابع آب، استفاده از آب، نظام کشت، کاربرد نهاده‌های زراعی، کاربرد فناوری نوین، مدیریت بقایای محصول، از دست دادن و تخریب منابع و وقوع بلایای طبیعی برای سنجش پایداری محیط‌زیستی کشاورزی خانوادگی کوچک- مقیاس ایران شناسایی شدند. Dadashian Sarai and colleagues (2015) در مطالعه‌ای به ارزیابی و مقایسه پایداری کشاورزی در شهرستان‌های منتخب استان آذربایجان شرقی (اهر، مراغه و تبریز) پرداخته‌اند. به منظور محاسبه‌ی میزان پایداری از شاخص مرکب استفاده شده است.

جدول (۴): شاخص‌های فرعی ثبات

شاخص اصلی	شاخص‌های فرعی	متوسط شاخص روستای گلزار	متوسط شاخص روستای ارمبویه	متوسط شاخص روستای کریم آباد	وزن شاخص فرعی	وزن شاخص اصلی
3. درآمد از ایجاد ارزش افزوده برای محصولات (رتبه بین ۵-۰)	واریانس درآمد ۶ سال (۱۳۹۵-۱۴۰۰) (میلیون تومان)	۱/۷۲۲/۳۳۸	۱۹/۳۵۱	۴۶/۵۵۳	۰/۵۲	۲۴۸/۰
	درآمد از ایجاد ارزش افزوده برای محصولات (رتبه بین ۵-۰)	۰	۰	۵/۰	۰/۴۸	۲۴۸/۰

جدول (۵): شاخص‌های فرعی سازگاری

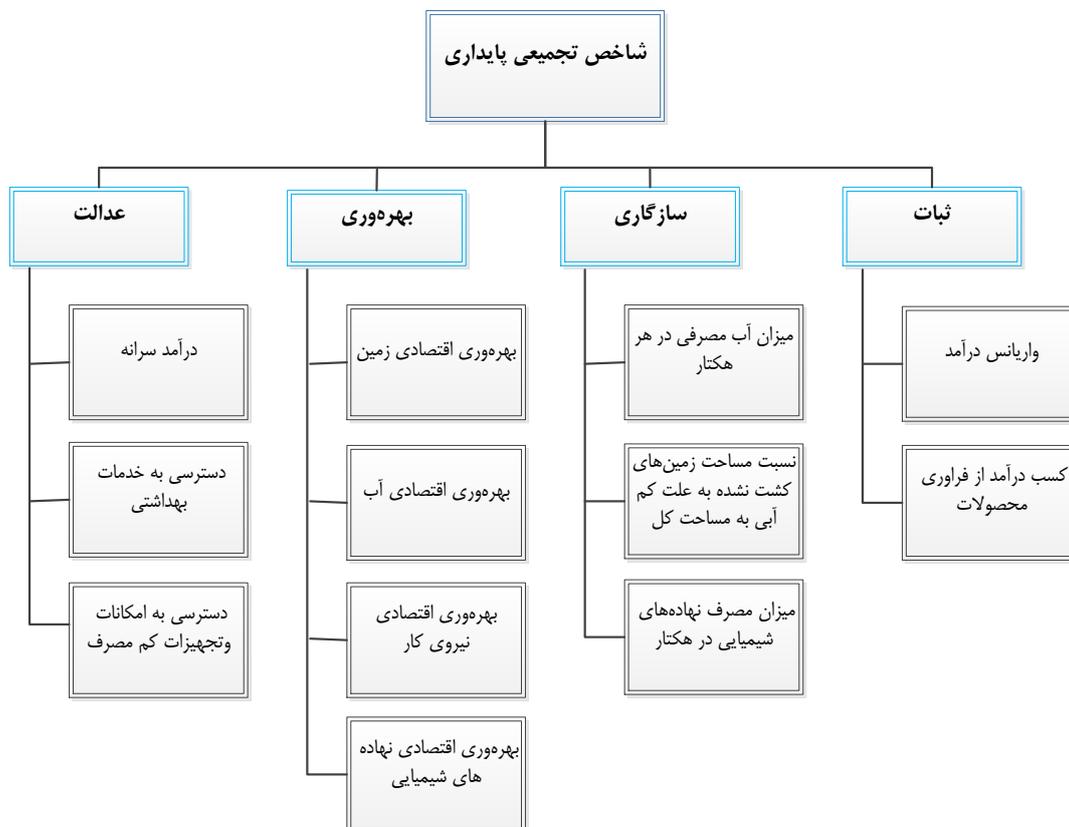
شاخص اصلی	شاخص‌های فرعی	متوسط شاخص روستای گلزار	متوسط شاخص روستای ارمبویه	متوسط شاخص روستای کریم آباد	وزن شاخص فرعی	وزن شاخص اصلی
سازگاری	متوسط نسبت مساحت زمین‌های کشت نشده به علت کم آبی به مساحت کل	۰	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۳۱	۰/۲۶۴
	متوسط میزان آب در دسترس کشاورز در هکتار (متر مکعب در هکتار)	۲۰/۳۰۲/۱۷	۱۱/۵۴۲/۰۵	۱۰/۱۸۲/۰۷	۰/۳۴	۰/۲۶۴
	متوسط میزان نهاده‌های شیمیایی مصرفی در هکتار (تن در هکتار)	۸/۱۴	۰/۳۳	۳/۳۷	۰/۳۵	۰/۲۶۴

جدول (۶): شاخص‌های فرعی بهره‌وری

شاخص اصلی	شاخص‌های فرعی	متوسط شاخص روستای گلزار	متوسط شاخص روستای ارمبویه	متوسط شاخص روستای کریم آباد	وزن شاخص فرعی	وزن شاخص اصلی
بهره‌وری	بهره وری اقتصادی زمین (میلیون تومان به ازای هر هکتار)	۷۵۶/۴	۴۸/۹	۹۵/۳	۰/۲۶	۰/۲۴۵
	بهره وری اقتصادی آب (میلیون تومان به ازای هر مترمکعب)	۰/۳۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۰/۲۸	۰/۲۴۵
	بهره وری اقتصادی نیروی کار (میلیون تومان به ازای هر نفر ساعت)	۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۲۳	۰/۲۴۵
	بهره وری اقتصادی نهاده‌های شیمیایی (ریال به ازای هر کیلوگرم)	۹۱/۱۶	۱۳۳/۰۳	۴۶/۶۰	۰/۲۳	۰/۲۴۵

جدول (۷): شاخص‌های فرعی عدالت

شاخص اصلی	شاخص‌های فرعی	متوسط شاخص روستای گلزار	متوسط شاخص روستای ارمبویه	متوسط شاخص روستای کریم آباد	وزن شاخص فرعی	وزن شاخص اصلی
عدالت	درآمد سرانه (میلیون تومان به ازای هر نفر)	۲۰۶	۲۹/۳۵	۱۱۶/۵۳	۰/۳۵	۰/۲۴۲
	دسترسی به خدمات بهداشتی	۴/۳۵	۳/۰۰	۴/۲۰	۰/۳۴	۰/۲۴۲
	متوسط دسترسی به امکانات و تجهیزات کم مصرف	۳/۱۶	۲/۳۱	۲/۸۲	۰/۳۱	۰/۲۴۲



شکل (۱): نمودار سلسله مراتب FAHP (هدف، شاخص‌های اصلی و شاخص‌های فرعی)

زوجی برابر با (۱, ۱, ۱) است و در ضمن چنانچه عناصر سطر λ م و ستون μ م ماتریس مقایسه زوجی برابر باشد با:

$$a_{ij} = (l, m, u)$$

عناصر سطر λ م و ستون μ م این ماتریس برابر است با:

$$a_{ji} = (1/l, 1/m, 1/u)$$

برای تشکیل ماتریس، ابتدا نظرات افراد خبره از طریق میانگین هندسی با هم تلفیق شد. اما از آنجا که یک ماتریس ناسازگار می‌تواند منتج به نتایج اشتباه شود، چک نمودن سازگاری قبل از حل مسئله ضروری است. لذا بعد از تلفیق ماتریس‌های مقایسات زوجی فازی خبرگان، میزان سازگاری هر ماتریس تعیین شد. در روش AHP فازی چانگ عموماً از نرخ ناسازگاری گوگوس و بوچر استفاده می‌شود. نرخ سازگاری قابل قبول کمتر از یک دهم است که در این پژوهش نیز از این مقدار کمتر محاسبه شده است. مرحله سوم محاسبه وزن‌های نسبی معیارها و گزینه‌ها است. برای محاسبه وزن نسبی گزینه‌ها نسبت به هر یک از معیار و وزن نسبی معیارها نسبت به هدف، روش آنالیز توسعه چانگ برای هر یک از ماتریس‌های زوجی به کار گرفته شد؛ لذا به ازای

در مرحله دوم، ماتریس‌های مقایسه زوجی تعیین شده و اعمال قضاوت‌ها صورت پذیرفت. در حالت کلاسیک عدد متناظر با ارجحیت‌های زبانی در ماتریس‌های مقایسات زوجی وارد می‌شود. اما در حالت فازی، مقدار متناظر با ارجحیت‌های زبانی را با اعداد فازی مثلثی در ماتریس‌های مقایسات زوجی وارد می‌کنیم. به این منظور از جدول (۸) استفاده شد:

جدول (۸): طیف فازی معادل مقیاس ۹ درجه ساعتی

متغیر کلامی	عدد فازی	مقیاس فازی مثلثی
اهمیت برابر	۱	(۱,۱,۱)
بینابین	۲	(۱,۲,۳)
نسبتاً مهمتر	۳	(۲,۳,۴)
بینابین	۴	(۳,۴,۵)
مهمتر	۵	(۴,۵,۶)
بینابین	۶	(۵,۶,۷)
خیلی مهمتر	۷	(۶,۷,۸)
بینابین	۸	(۷,۸,۹)
کاملاً مهم	۹	(۸,۹,۹)

قابل ذکر است که تمامی عناصر روی قطر اصلی ماتریس مقایسه

سپس به منظور ارزیابی سطح پایداری، مقادیر شاخص‌های فرعی جمع‌آوری شده از سه روستا با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی فازی (FAHP) وزن‌دهی و تجمیع شدند. برای محاسبه شاخص تجمیعی، اثرات (مقادیر شاخص و وزن) همه شاخص‌ها تحت قانون تجمیع افزودنی استاندارد، طبق رابطه زیر جمع شدند.

$$v(x) = \sum_{i=1}^n w_i v_i(x)$$

که در آن n = تعداد مشاهدات، w_i = وزن شاخص، و $v_i(x)$ = مقدار داده به دست آمده برای هر کشاورز برای یک شاخص. با ترکیب داده‌های شاخص و وزن‌های اختصاص داده شده به هر شاخص، مقدار عددی هر یک از شاخص‌های اصلی محاسبه شد. در نهایت با تجمیع شاخص‌های اصلی یک سطح کلی از پایداری برای هر روستا مورد مطالعه به دست آمد (جدول ۹).

هر ماتریس یک بردار وزن نسبی متناظر با آن ماتریس به دست آمد. مرحله چهارم نیز محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها است که از تلفیق اوزان نسبی به دست آمده محاسبه شد. وزن هر یک از شاخص‌های فرعی و اصلی در جداول (۴ تا ۷) ارائه شده است.

تجمیع داده‌ها برای ارزیابی پایداری

نرمال‌سازی و بی‌مقیاس کردن داده‌ها

در پژوهش حاضر به دلیل وجود معیارهای مثبت (سودمندی) و معیارهای منفی (زیان)، از روش نرمال‌سازی موسوم به رومینا^(۵) استفاده شد. برای معیارهای مثبت، مقدار هر معیار بر بزرگترین مقدار آن معیار تقسیم و برای معیارهای منفی کوچکترین مقدار آن معیار بر تک تک مقادیر هر معیار تقسیم شد:

$$nij = \begin{cases} \frac{xij}{\max xij} & \text{معیارهای مثبت} \\ \frac{\min xij}{xij} & \text{معیارهای منفی} \end{cases}$$

جدول (۹): مقدار متوسط شاخص‌های اصلی و تجمعی هر یک از روستاها

شاخص‌ها	روستای گلزار	روستای ارمبویه	روستای کریم آباد
ثبات	۰/۰۰۱	۰/۰۱۰	۰/۰۵۸
سازگاری	۰/۴۷	۰/۳۲	۰/۲۹
بهره‌وری	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۰۲۱
عدالت	۰/۵۳	۰/۳۵	۰/۴۸
تجمیعی پایداری	۰/۲۸	۰/۱۸	۰/۲۱

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به دست آمده از جمع‌آوری داده‌های شاخص‌های فرعی، وزن‌دهی آنها و محاسبه شاخص تجمیعی، روستای گلزار با سیستم کشت و پرورش گل و گیاهان زینتی در گلخانه، با بیشترین متوسط پایداری جمعی را نسبت به دو روستای دیگر دارد. در بین چهار شاخص اصلی، امتیازات سازگاری، بهره‌وری و عدالت به ترتیب با ۰/۴۷، ۰/۱۲ و ۰/۵۳ در این روستا بیشترین و امتیاز ثبات با عدد ۰/۰۰۱ کمترین است (شکل ۲). در خصوص زیرشاخص‌های سازگاری، زمین‌های کشت نشده به دلیل کم‌آبی نداشته، با ۲۰/۳۰۰ مترمکعب در هکتار بیشترین میزان متوسط آب در دسترس و با ۸/۱۴ تن در هکتار بیشترین مصرف نهاده‌های شیمیایی را داشته است (جدول ۶). اگر چه

نداشتن زمین‌های کشت نشده به دلیل کم‌آبی و حجم زیاد آب در دسترس کشاورزان باعث افزایش سازگاری در این روستا شده است اما مصرف حجم بالای آب و منابع تأمین آن با در نظر داشتن شرایط بحرانی کم‌آبی در کشور نیازمند توجه جدی است. بر اساس مصاحبه‌های انجام شده با مطلعین محلی و بازدیدهای میدانی انجام شده، در روستای گلزار به دلیل درآمد قابل توجه گلخانه، کشاورزان برای تأمین آب مورد نیاز مبادرت به خرید آب از زارعین، برداشت بی‌رویه از چاه‌های شخصی و گاه‌ها غیرمجاز می‌نمایند. با توجه به کشت گیاهان زینتی به خصوص گل‌های شاخه بریده در بسترهای پرلیت و کوکوپیت کلیه مواد مغذی مورد نیاز گیاه از کودهای شیمیایی تأمین شده و همچنین به دلیل مقاومت پایین این گیاهان به آفات و بیماری‌ها به صورت

حداقل دو نوع فعالیت کشاورزی هم‌زمان انجام داده و تنوع محصولات بالایی داشتند که موجب کاهش ریسک درآمد در این روستا شده است. همچنین برخی از کشاورزان بر روی محصولات خود ارزش افزوده ایجاد کرده و آنها را با قیمت بیشتری به بازار عرضه می‌کنند که این خود عامل دیگری در افزایش ثبات درآمدی در این روستا است. در خصوص زیرشاخص‌های سازگاری روستای کریم‌آباد با ۹ درصد زمین‌های کشت نشده به دلیل کم‌آبی، ۱۰/۱۸۲ مترمکعب در هکتار آب در دسترس و مصرف ۳/۷۳ تن نهاده شیمیایی در هکتار، کمترین سازگاری را در بین سه روستا دارد (جدول ۵). همچنین روستای کریم‌آباد با بهره‌وری‌های اقتصادی، زمین ۹۵/۳ میلیون تومان در هکتار، آب ۰/۰۰۹ میلیون تومان به ازای هر متر مکعب، نیروی کار ۰/۰۰۲ میلیون تومان به ازای هر نفر ساعت و نهاده‌های شیمیایی ۴۶/۶ میلیون تومان به ازای هر تن، در مجموع رتبه دوم را در شاخص بهره‌وری دارا است (جدول ۶). روستای کریم‌آباد در هر سه زیرشاخص‌های عدالت، رتبه دوم را به خود اختصاص داده است (جدول ۷).

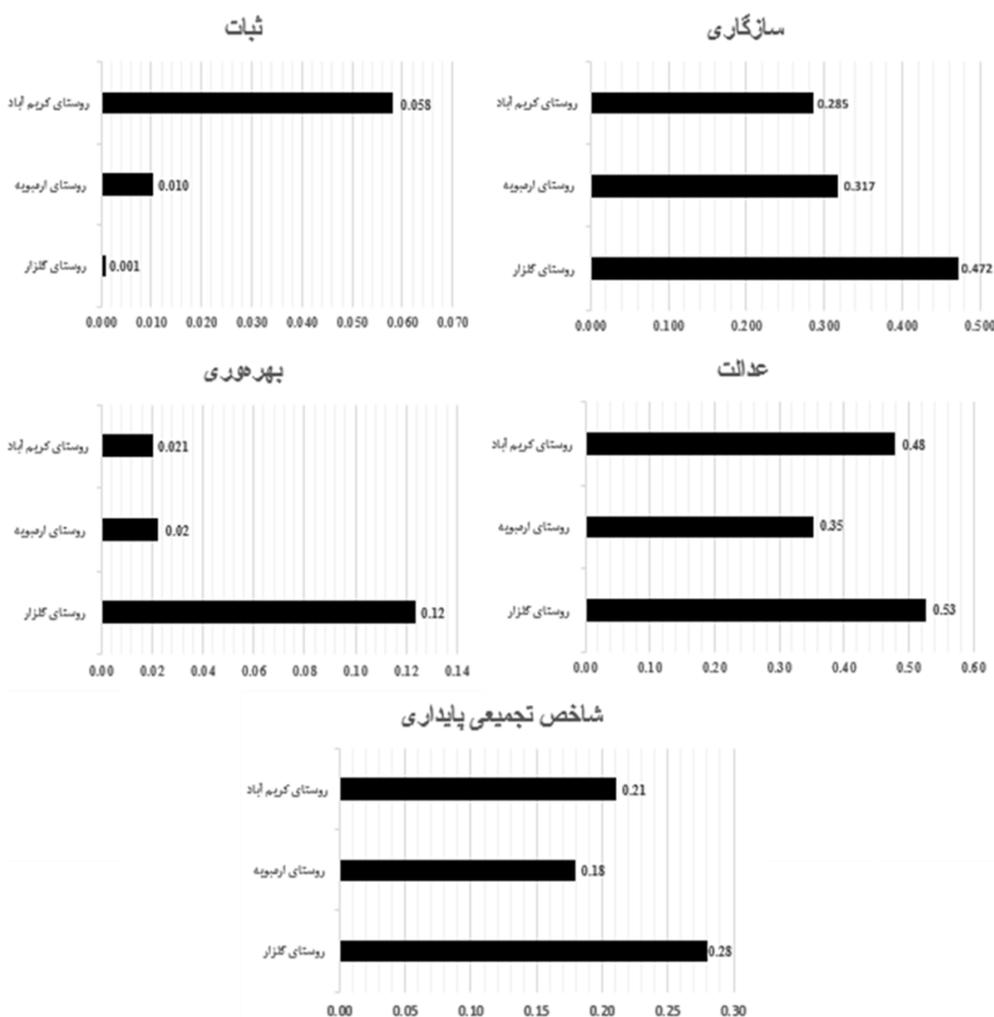
روستای ارمبویه با سیستم کشت زراعت غلات در بین سه روستا کمترین شاخص تجمیعی را به خود اختصاص داده است. در خصوص شاخص‌های اصلی ثبات و سازگاری در رتبه دوم قرار داشته و در خصوص شاخص‌های بهره‌وری و عدالت، رتبه آخر را به خود اختصاص داده است (شکل ۲). طبق اطلاعات جمع‌آوری شده و مصاحبه‌های انجام شده، کشاورزان کمترین درآمد را نسبت به دو روستای دیگر داشته‌اند و در مقابل کمترین واریانس درآمدی نیز به این روستا تعلق دارد (جدول ۴). و به نظر می‌رسد این نتیجه به دلیل خرید تضمینی گندم توسط دولت، وجود تقاضای دائمی برای غلات گندم، جو و ذرت و مقاومت بالای غلات به تنش‌های محیطی باشد. طی مصاحبه‌های انجام شده با کشاورزان، آنها هزینه‌های زیاد راه‌اندازی گلخانه، عدم دسترسی به امکانات و تسهیلات، عدم ریسک‌پذیری و برخی اعتقاد به برکت کشت گندم را دلایل ادامه زراعت علی‌رغم عملکرد و درآمد پایین آن عنوان کرده‌اند. در خصوص زیرشاخص‌های سازگاری، روستای ارمبویه با متوسط ۱۲ درصد بیشترین مساحت زمین‌های کشت نشده به دلیل کم‌آبی را به خود اختصاص داده است. روستای ارمبویه با ۱۱/۵۴۲ مترمکعب در هکتار متوسط آب در دسترس کشاورزان که بیشتر از میزان آب در دسترس

مداوم از سموم شیمیایی استفاده می‌شود که همین امر سبب افزایش مصرف نهاده‌های شیمیایی در این روستا شده است. شاخص بهره‌وری در روستای گلزار با روستاهای ارمبویه و کریم‌آباد اختلاف زیادی داشته و در سه زیرشاخص بهره‌وری اقتصادی زمین، آب و نیروی کار به ترتیب با اعداد ۷۵۶/۴ میلیون تومان به ازای هر هکتار زمین، ۰/۰۳۷ میلیون تومان به ازای هر مترمکعب آب و ۰/۰۲ میلیون تومان به ازای هر نفر ساعت کارگر رتبه اول را به خود اختصاص داده است که این نتایج با توجه به درآمد بالای گلخانه‌های گل و گیاه قابل قبول است. در خصوص بهره‌وری اقتصادی نهاده‌های شیمیایی با توجه به میزان مصرف زیاد نهاده‌های شیمیایی در گلزار نسبت به دو روستای دیگر، این روستا با عدد ۹۱/۱۶ در رتبه دوم قرار گرفته است (جدول ۶). روستای گلزار در هر سه شاخص عدالت، شامل درآمد سرانه، با ۲۰۶ میلیون تومان به ازای هر نفر، دسترسی به خدمات بهداشتی با عدد ۴/۳۵ و دسترسی به امکانات کم‌مصرف با ۳/۱۶ رتبه یک را به خود اختصاص داد (جدول ۷). ثبات پایین در روستای گلزار به دلیل واریانس بالای درآمدی (۱/۷۲۲/۲۳۸) و درآمد صفر از فرآوری محصولات است (جدول ۴). با توجه به نتایج پرسشنامه‌ها و مصاحبه‌های انجام شده و سطح درآمدی کشاورزان این روستا با اختلاف زیاد نسبت به دو روستای دیگر بسیار بالا است اما به دلایل حساسیت بالای گیاهان زینتی به آفات، بیماری‌ها، تغییرات درجه حرارت، تقاضای بازار و فروش، ریسک درآمدی نیز بالا است. به عنوان مثال در سال ۱۳۹۶ به دلیل یخبندان شدید و افت فشار گاز، گاز بسیاری از گلخانه‌ها قطع شده و محصولاتشان دچار سرمازدگی شد و یا در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به دلیل پاندمی ویروس کرونا، فروش گل و گیاهان زینتی با افت شدید مواجه شده و موجب کاهش درآمد کشاورزان و حتی متضرر شدن آنها در این سال‌ها شده است.

روستای کریم‌آباد با ترکیبی از سیستم‌های کشت زراعت، گلخانه، دامداری و باغ، به لحاظ شاخص تجمیعی پایداری با ۰/۲۱ در رتبه دوم قرار داشته و در بین ۴ شاخص اصلی، در شاخص ثبات با ۰/۰۵۸ رتبه اول، در شاخص‌های بهره‌وری و عدالت به ترتیب با ۰/۴۸ و ۰/۰۲۱ رتبه دوم و در شاخص سازگاری با ۰/۲۹ رتبه سوم را به خود اختصاص داده است (شکل ۲). ثبات بالا در روستای کریم‌آباد به دلیل واریانس کم درآمدی و کسب درآمد از فرآوری محصولات تولیدی است (جدول ۴). در این راستا، شایان ذکر است که در جریان بازدید میدانی، تقریباً همه کشاورزان

تومان به ازای هر نفر ساعت و نهاده‌های شیمیایی ۱۳۳/۰۳ میلیون تومان به ازای هر تن، در مجموع کمترین شاخص بهره‌وری را دارا است (جدول ۶). همچنین روستای ارمبویه با کمترین درآمد سرانه معادل ۲۹/۳۵ میلیون تومان به ازای هر نفر، سطح دسترسی به خدمات بهداشتی و امکانات و تجهیزات کم مصرف ۳، کمترین شاخص عدالت را در بین سه روستا به خود اختصاص داده است (جدول ۷) و این حاکی از سطح پایین درآمد حاصل از زراعت است.

کشاورزان روستای کریم‌آباد است، کمترین بهره‌وری را در بین سه روستا داشته است (جدول ۵). این امر ناشی از بهره‌وری پایین سیستم‌های کشت مبتنی بر زراعت و عدم کارایی آبیاری سنتی می‌باشد. همچنین در خصوص میزان نهاده‌های شیمیایی مصرفی در هکتار روستای ارمبویه با ۰/۳۳ تن در هکتار کمترین مصرف نهاده‌های شیمیایی در هکتار را داراست (جدول ۵). در خصوص زیرشاخص‌های بهره‌وری روستای ارمبویه با بهره‌وری‌های اقتصادی، زمین ۴۸/۹ میلیون تومان در هکتار، آب ۰/۰۰۱ میلیون تومان به ازای هر متر مکعب، نیروی کار ۰/۰۱ میلیون



شکل (۲): سطوح پایداری نسبی مناطق مورد مطالعه، در چهار دسته شاخص اصلی

شهرستان پاکدشت با اندازه‌گیری شاخص‌های ثبات، سازگاری، بهره‌وری، و عدالت و تجمیع آنها با استفاده از روش وزن‌دهی FAHP ارزیابی و مقایسه شد. بر اساس نتایج به دست آمده در شاخص تجمیعی پایداری رتبه اول به روستای گلزار، رتبه دوم به

نتیجه‌گیری

پایداری کشاورزی در سه روستای گلزار با کشت گلخانه‌ای گیاهان زینتی، ارمبویه با زراعت غلات و کریم‌آباد با مجموعه‌ای از فعالیت‌های، زراعت، گلخانه صیفی‌جات، باغداری و دامداری در

خصوص بهره‌وری، به‌خصوص افزایش بهره‌وری آب و نیروی کار است. در پایان، رویکرد جامع و میان رشته‌ای استفاده شده در این پژوهش برای ارزیابی و مقایسه سطح پایداری سیستم‌های کشاورزی، این پتانسیل را دارد که به عنوان چارچوبی برای تحلیل‌های آینده پایداری مفید باشد. همچنان بررسی‌های مبتنی بر ارزیابی جامع بیشتری برای مقایسه شیوه‌های کشاورزی در هر منطقه مورد نیاز است تا مشکلات پایداری سیستم‌های کشاورزی مختلف شناسایی و اقدامات لازم برای حل آنها انجام شود.

یادداشت‌ها

- 1- Aggregate Index
- 2- Content Validity Ratio
- 3- Analytical Hierarchy Process (AHP)
- 4- Chang
- 5- Rumina

روستای کریم‌آباد و رتبه سوم به ارمبویه اختصاص یافت. با بررسی‌های صورت گرفته و نتایج به‌دست آمده در این پژوهش در خصوص سیستم‌های کشت روستای گلزار، اگر چه سطح درآمد کشاورزان و درآمد سرانه بالاست اما در بلندمدت بی‌ثبات می‌باشد و همچنین با توجه به میزان مصرف بالای آب و نهاده‌های شیمیایی، سیاست‌گذاری‌ها و اقدامات مدیریتی در این روستا باید در راستای کاهش واریانس درآمدی، کاهش مصرف آب و نهاده‌های شیمیایی باشد. در روستای ارمبویه هر چهار شاخص اصلی در سطح مطلوبی نبوده و لازم است اقدامات لازم در راستای افزایش تنوع سیستم‌های کشت، افزایش تنوع محصولات، افزایش عملکرد در واحد سطح، افزایش دسترسی کشاورزان به امکانات و تجهیزات کم‌مصرف، تغییر سیستم‌های آبیاری سنتی به سیستم‌های آبیاری تحت فشار و افزایش امکانات بهداشتی روستا صورت پذیرد. روستای کریم‌آباد با تنوع سیستم‌های کشت از ثبات، سازگاری و عدالت قابل قبولی برخوردار است ولی به منظور افزایش پایداری، نیازمند تغییرات در

منابع

- Abedin, M.A. & Shaw, R. 2013. Agriculture adaptation in coastal zone of Bangladesh. In R. Shaw, F. Mallick, and A. Islam (eds). *Climate Change Adaptation Actions in Bangladesh*. Springer, Japan, p. 207–225.
- Altieri, M., Funes-Monzote, F. & Petersen, P. 2011. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: Contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*. 32. 10.1007/s13593-011-0065-6.
- Altieri, M., & Nicholls, C. 2012. Agroecology Scaling Up for Food Sovereignty and Resiliency. 10.1007/978-94-007-5449-2_1.
- Awal, Md. & Khan, M. 2020. Global Warming and Sea Level Rising: Impact on Agriculture and Food Security in Southern Coastal Region of Bangladesh. *Asian Journal of Geographical Research*. 3. 9-36. 10.9734/AJGR/2020/v3i330107.
- Azad, A.K., Jensen, K.R., & Lin, C.K. 2009. Coastal aquaculture development in Bangladesh: Unsustainable and sustainable experiences. *Environmental Management* 44(4): 800–809.
- Bahadori, M., Zarifian, Sh., Kohestani, H. & Kalantari, Kh. 2018. Identifying environmental sustainability indicators of small-scale family farming using the fuzzy Delphi method, *Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, Volume: 28(2) (In Persian).
- Caitlin, A., Peterson, Valerie T. Eviner, Amélie C.M. Gaudin. 2018. Ways forward for resilience research in agroecosystems, *Agricultural Systems*, Volume 162, Pages 19-27, ISSN 0308-521X., <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.011>
- Conway, Gordon R. 1986. Agroecosystem analysis, *Agricultural Administration*, Volume 20, Issue 1, Pages 31-55.
- Dadashian, M., Dashti, Q., Hayati, B. A. & Ghahramanzadeh, M. Q. 2015. Combined application of Analytic Hierarchy Process and TOPSIS technique in determining the weight value of criteria and assessing agricultural sustainability (Case study: selected cities of East Azerbaijan province). *Agricultural Knowledge and Sustainable Production*, Volume 25, Issue 1, Pages 145-157. (In Persian).

- FAO. 2012. Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems (SAFA) Guidelines. Natural Resources Management
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, Th., Gunderson, L., Holling, C. S. & Walker, B. 2002. "Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations," *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 31(5), 437-440.
- Habibi, A., Sarafarazi, A. & Izadiar, p. 2014. Fuzzy Multi-Criteria Decision Making, Katibeh Gil Publications. (In Persian).
- Hayati, D., Ranjbar, Z., & Karami, E. 2011. Measuring agri- cultural sustainability. In E. Lichtfouse (ed.). *Biodiversity, Biofuels, Agroforestry and Conservation Agriculture*. Springer, Netherlands. p. 73–100.
- Rodríguez Sousa, Antonio & Parra-López, Carlos & Sayadi, Samir & Barandica, Jesús & Rescia, Alejandro. 2020. A multifunctional assessment of integrated and ecological farming in olive agroecosystems in southwestern Spain using the Analytic Hierarchy Process. *Ecological Economics*. 173. 106658. 10.1016/j.ecolecon.2020.106658.
- Vallejo, Franco., & Salazar Villarreal, Myriam., Gómez, Libia & Giraldo Díaz, Reinaldo. 2020. Sustainability of agroecosystems in a Rural Reserve Area of Pradera, Valle del Cauca, Colombia. *Environmental and Sustainability Indicators*. 7. 100040. 10.1016/j.indic.2020.100040.
- Van Cauwenbergh, N., Biala, K., Biellers, C., Brouckaert, V., Franchois, L., Garcia Ciudad, V., & Peeters, A. 2007. SAFE—A hierarchical framework for assessing the sustain- ability of agricultural systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 120(2):229–242.
- VanLoon, G.W., Patil, S.G., & Hugar, L.B. 2005. *Agricultural Sustainability: Strategies for Assessment*. SAGE Publications, New Delhi.