University of Guilan
Faculty of Agricultural Sciences

Cereal Research
Vol. 12, No. 4, Winter 2023 (333-348)
doi: 10.22124/CR.2023.25094.1777
pISSN: 2252-0163 eISSN: 2538-6115

RESEARCH PAPER OPEN ACCESS

# Measuring and evaluating the sustainability of the paddy farming system using the combined index method (A case study: Lahijan county)

**Khaizran Hasanpour[1], Reza Esfanjari Kenari[2*] and Mohamad Karim Motamed[3]**

1. Graduated M.Sc., Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran (*Corresponding author: esfanjari@guilan.ac.ir)
3. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

## Comprehensive abstract

### Introduction

In the past decades, the increase in the use of high-yielding seeds, chemical fertilizers, pesticides and water, along with high production costs, has increased the yield of agricultural products significantly. This has led to an increase in dependence on the consumption of non-renewable inputs in the agricultural sector and environmental damage. Therefore, measuring sustainability and knowing the factors affecting it can play an important role in formulating sustainable agricultural policies and strategies. With this approach, the present study measures and evaluates the sustainability of the paddy farming system in Lahijan county.

### Materials and methods

In this study, the required information was collected in the form of face-to-face interviews and by completing a questionnaire from paddy farmers in Lahijan county in the crop year of 2021. In addition, stratified sampling was used to determine the sample size. In the following, by using the combined index by the method of deviation from the optimal value, the optimal pattern for each farmer was determined; Finally, the hierarchical analysis process (AHP) was used to determine the weight of social, economic and ecological indicators.

### Research findings

The results of calculating the weight of indicators showed that ecological, economic and social indicators with weights of 0.558, 0.320 and 0.122, respectively, were the most important in evaluating the level of sustainability of the paddy production system. In addition, the results showed that the local and low-yielding cultivars had a more favorable situation in terms of sustainability indicators, and the farmers who benefited from agro-ecological management operations were at a higher levels in terms of ecological and economic sustainability as well as the overall sustainability. Besides, based on the results of the current study, farmers with single and concentrated lands had a more favorable situation in terms of economic stability and overall stability. Comparison of the management indicators also showed that the sub-index of agro-ecological management was the most important among the ecological sub-indices, and the rural participation was more important among the social sub-indices. Furthermore, the sub-index of gross profit margin had a higher relative weight among the economic sub-indices.

**Conclusion**

The results showed that participation in extension classes has a direct and significant effect on the sustainability of paddy cultivation, while the farmers who benefited from agro-ecological management operations were at a more favorable level of sustainability. Therefore, it is suggested to strengthen support services and sustainable operation skills among farmers and to encourage and promote more use of agro-ecological management operations at the farm level. Also, the results of the current study showed that farmers with single and concentrated lands had a more favorable situation in terms of economic stability as well as overall stability. Therefore, moving to larger farm sizes can have a positive effect on the sustainability of paddy cultivation.

**Keywords**: Agro-ecological management, Composite index, Hierarchical analysis process (AHP), Lahijan county

Received: November 13, 2022 Accepted: January 15, 2023

**Cite this article:**

**Hasanpour, K., Esfanjari Kenari, R. and Motamed, M.K. 2023.** Measuring and evaluating the sustainability of the paddy farming system using the combined index method (A case study: Lahijan county). *Cereal Research*, 12(4), pp. 333-348.

تحقیقات غلات

دوره دوازدهم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۱ (۳۴۸-۳۳۳)

doi: 10.22124/CR.2023.25094.1777

مقاله پژوهشی

دسترسی آزاد

# سنجش و ارزیابی پایداری نظام زراعی کشت برنج با استفاده از روش شاخص ترکیبی (مورد مطالعه: شهرستان لاهیجان)

**خیزران حسن‌پور[۱]، رضا اسفنجاری کناری[۲*] و محمد کریم معتمد[۳]**

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران (*نویسنده مسئول: esfanjari@guilan.ac.ir)

۳- دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

## چکیده جامع

**مقدمه**: در دهه‌های گذشته افزایش استفاده از بذرهای پربازده، کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و آب، به‌همراه هزینه‌های بالای تولید، عملکرد محصولات کشاورزی را به‌طور چشم‌گیری افزایش داده است که این امر منجر به افزایش وابستگی به مصرف نهاده‌های تجدیدناپذیر در بخش کشاورزی و تخریب محیط زیست شده است. از این‌رو سنجش پایداری و شناخت عوامل موثر بر آن می‌تواند در تدوین سیاست‌ها و راهبردهای کشاورزی پایدار نقش مهمی را ایفا کند. با این رویکرد مطالعه حاضر به سنجش و ارزیابی پایداری نظام زراعی کشت برنج در شهرستان لاهیجان پرداخته است.

**مواد و روش‌ها**: اطلاعات مورد نیاز این تحقیق به‌صورت مصاحبه حضوری و با تکمیل پرسش‌نامه از کشاورزان شالیکار شهرستان لاهیجان در سال زراعی ۱۴۰۰ جمع‌آوری شد. برای تعیین حجم نمونه از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای متناسب با حجم استفاده شد. در ادامه الگوی بهینه برای هر کشاورز با استفاده از شاخص ترکیبی به روش انحراف از مقدار بهینه، مشخص و در انتها به‌منظور تعیین وزن شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیک از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یا AHP (Hierarchical Analysis Process) استفاده شد.

**یافته‌های تحقیق**: نتایج محاسبه وزن شاخص‌ها نشان داد که شاخص‌های اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی به‌ترتیب با وزن ۰/۵۵۸، ۰/۳۲۰ و ۰/۱۲۲ بیش‌ترین اهمیت را در ارزیابی سطح پایداری نظام تولید برنج داشتند. افزون بر این، نتایج نشان داد که ارقام بومی و کم‌محصول از نظر شاخص‌های پایداری وضعیت مطلوب‌تری داشتند و کشاورزانی که از عملیات مدیریت اگرواکولوژیک بهره برده‌اند، از نظر پایداری اکولوژیک و اقتصادی و نیز پایداری کل در سطحی بالاتر قرار گرفتند. ضمن آن که بر اساس نتایج این تحقیق، کشاورزان دارای اراضی یک‌جا و متمرکز از نظر پایداری اقتصادی و پایداری کل، دارای وضعیت مطلوب‌تری بودند. مقایسه شاخص‌های مدیریتی نیز نشان داد که زیرشاخص مدیریت اگرواکولوژیک بیش‌ترین اهمیت را در بین زیرشاخص‌های اکولوژیک داشت و در بین زیرشاخص‌های اجتماعی نیز مشارکت روستایی دارای اهمیت بیش‌تری بود. همچنین زیرشاخص حاشیه سود ناخالص نیز در بین زیرشاخص‌های اقتصادی وزن نسبی بیش‌تری را دارا بود.

**نتیجه‌گیری**: نتایج این تحقیق نشان داد که شرکت در کلاس‌های ترویجی در پایداری کشت برنج تاثیر مستقیم و معنی‌داری داشت و علاوه بر این، کشاورزانی که از عملیات مدیریت اگرواکولوژیک بهره برده‌اند، در سطح پایداری مطلوب‌تری قرار داشتند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود خدمات حمایتی و مهارت‌های عملیات پایدارمحور در بین کشاورزان تقویت شود و استفاده بیش‌تر از عملیات مدیریت اگرواکولوژیک در سطح مزرعه تشویق و ترویج شود. همچنین، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کشاورزانی که دارای اراضی یک‌جا و متمرکزی بودند، از نظر پایداری اقتصادی و پایداری کل وضعیت مطلوب‌تری داشتند. بنابراین حرکت به سوی اندازه‌های بزرگ‌تر مزرعه می‌تواند تاثیر مثبت بر پایداری کشت برنج داشته باشد.

**واژه‌های کلیدی:** مدیریت اگرواکولوژیک، شاخص ترکیبی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، شهرستان لاهیجان

---

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۵

**نحوه استناد به این مقاله:**

**حسن‌پور، خیزران، اسفنجاری کناری، رضا و معتمد، محمد کریم. ۱۴۰۱.** سنجش و ارزیابی پایداری نظام زراعی کشت برنج با استفاده از روش شاخص ترکیبی (مورد مطالعه: شهرستان لاهیجان). *تحقیقات غلات*، ۱۲(۴): ۳۴۸-۳۳۳.

**مقدمه**

افزایش روزافزون جمعیت در جوامع در حال توسعه در دهه‌های اخیر، تغییر الگوی زندگی، روند افزایشی مهاجرت روستاییان به شهرها، سطح پایین تکنولوژی، محدودیت اراضی مناسب کشاورزی، کمبود منابع آب و عدم استفاده صحیح از منابع پایه، تخریب منابع را تشدید کرده است. از سوی دیگر فقدان قوانین مناسب و عدم اجرای قوانین موجود در حفظ منابع، نبود برنامه‌ریزی همه‌جانبه و نبود راهبردها و سیاست‌های مناسب و تلفیقی موجب شده است که بخش کشاورزی حتی در حفظ کارکردها و تولیدات فعلی نیز مورد تهدید قرار گیرد. رفع این مشکل در گرو حفظ منابع طبیعی و توسعه پایدار است. یکی از جنبه‌های مهم توسعه پایدار، کشاورزی پایدار است که به‌دنبال دستیابی به سه هدف کلی "اقتصاد کشاورزی سالم، حفظ جامعه روستایی و حفظ محیط زیست" است (Korfmacher, 2000). این شاخص‌ها در ارزیابی و تحلیل سطوح پایداری نظام‌های تولید نیز مورد توجه هستند. از آنجایی که واژه پایداری به‌صورت مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست، بنابراین برای درک میزان پایداری کشاورزی و کشت‌بوم‌های زراعی باید آن را ساده‌سازی کرد (Kamkar and Mahdavi Damghani, 2017).

در دهه‌های گذشته افزایش استفاده از بذرهای پربازده، کودهای شیمیایی، آفت‌کش‌ها و آب به همراه هزینه‌های بالای تولید، عملکرد محصولات کشاورزی را به طور چشمگیری افزایش داده است. این امر منجر به افزایش وابستگی به مصرف نهاده‌های تجدیدناپذیر در بخش کشاورزی گردیده که موجب اثرات جانبی منفی شده و در نهایت عدم کارایی اقتصادی واحدهای کشاورزی و تخریب و نابودی محیط زیست را به‌دنبال داشته است (Abdollahzadeh *et al.*, 2012).

بررسی ادبیات موضوع در خصوص نظام‌های زراعی نشان‌گر آن است که استراتژی بهره‌گیری از نظام کشاورزی و تولیدی که منجر به افزایش تعادل‌های مورفولوژیک، هیدرولوژیک و چرخه مواد غذایی در طبیعت شود، عموماً مورد غفلت واقع شده و در اکثر مطالعات و پژوهش‌ها صرفاً به جنبه تولید تاکید و کم‌تر به عوارض و آثار جانبی توجه شده است. پیامدهای این موضوع، سبب ایجاد شکست‌هایی در جوامع کشاورزی، کاهش روزافزون کیفیت زمین‌های کشاورزی و مشکل عدم تکافوی تولیدات کشاورزی برای جمعیت رو به ازدیاد بوده است (Abdollahzadeh *et al.*, 2012). از این‌رو بحث کشاورزی پایدار در دنیای امروزی از جایگاه و اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

مطالعات متعددی به‌منظور بررسی عوامل موثر بر پایداری مزارع صورت گرفته است. لوگاندو (Lugandu, 2013)، نشان داد که مشخصات فردی زارع (سن، جنسیت، سطح تحصیلات، تجربه) و مشخّصات مزرعه (عملکرد محصول، اندازهٔ مزرعه، دریافت یارانهٔ کشاورزی، شرکت در کلاس‌های ترویجی، میزان استفاده از سموم) از مهمترین مؤلّفه‌ها در تبیین رفتار مربوط به پذیرش کشاورزی حفاظتی از سوی کشاورزان است.

روی و همکاران (Roy *et al.*, 2016)، در پژوهشی به مطالعه پایداری سیستم‌های تولید برنج پرداختند. برای این منظور از ۱۲ شاخص با مجموعه‌ای از رویکردهای بالا به پایین و پایین به بالا استفاده شد. ابزار پژوهش مصاحبه بود. نتایج نشان داد که ۴۴ درصد از تولید کنندگان برنج از نظر اقتصادی وضعیتی مناسب، سازگار با محیط‌زیست و از نظر اجتماعی توسعه یافته دارند. ضمن آن که بر اساس نتایج دانش، مهارت و توسعه شبکه‌های اجتماعی تولیدکنندگان برنج، بهبود بهره‌وری از زمین و مدیریت یکپارچه مواد مغذی، برای ارتقا و تولید پایدار برنج ضروری است. با این حال، یافته‌های مطالعه نشان می‌دهد که خدمات مشاوره‌ای (دولتی و غیر دولتی) کشاورزی می‌تواند به عنوان یک موتور انتقال، به پایداری تولید برنج کمک کند.

موحدی و همکاران (Movahedi *et al.*, 2016)، به بررسی عوامل موثر بر پایداری کشاورزی مزارع گندم در شهرستان کرمانشاه پرداختند. در این پژوهش ۳۰۰ نفر از گندم‌کاران از طریق نمونه‌گیری تصادفی انتخاب شدند. نتایج نشان داد که مزارع بیشتر کشاورزان در وضعیت ناپایدار قرار دارد. همچنین اگر چه بین میزان پایداری مزارع کشاورزان با متغیر سن و سطح تحصیلات رابطه وجود نداشته است، اما پایداری مزارع کشاورزان با متغیرهای میزان عملکرد و نوع مالکیت رابطه مثبت و معنی‌داری داشته است. همچنین، نتایج نشان داد که وضعیت بهبود پایداری مزارع کشاورزان در کرمانشاه بیش از هر عاملی به ترتیب از عوامل زراعی- فنی، اقتصادی- اجتماعی و آموزشی- ترویجی تاثیر می‌پذیرد.

ذوالفقار و بی‌تاپا (Zulfiqar and Thapa, 2017) به ارزیابی پایداری کشاورزی در سطح استان‌ها در پاکستان پرداختند. این مطالعه برای یافتن پایداری زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی کشاورزی صورت گرفت و ابعاد پایداری

با استفاده از شاخص‌های انتخاب شده مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تنوع محصولات، شوری خاک و استفاده از کودهای آلی و غیر آلی و سموم دفع آفات، شاخص‌هایی بودند که برای تجزیه و تحلیل پایداری زیست‌محیطی در نظر گرفته شدند. برای تجزیه و تحلیل پایداری اقتصادی، شاخص‌هایی شامل تغییر در تولید کلی محصول و پایداری تولید محصول، و برای پایداری اجتماعی شاخص‌های استخدام نیروی کار روستایی و امنیت غذایی مورد استفاده قرار گرفتند. یافته‌ها نشان داد که تولیدات کشاورزی در تمام استان‌ها ناپایدار است. این امر به‌دلیل استفاده بیش از حد از کودهای غیر آلی، سموم دفع آفات و آب‌های زیرزمینی برای آبیاری در سند و پنجاب صورت گرفت. نتایج همچنین نشان داد که در کشاورزی پاکستان تفاوت‌های منطقه‌ای در سطوح پایداری وجود دارد.

محمدی (Mohammadi, 2018)، به بررسی پایداری زیست‌محیطی و عوامل تحقق آن در بخش کشاورزی شهرستان پاکدشت پرداخت. نمونه تحقیق ۳۵۱ نفر از کشاورزان شهرستان پاکدشت بوده که با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای متناسب انتخاب شدند. روش جمع آوری اطلاعات مصاحبه ساختارمند با استفاده از ابزار پرسشنامه بود. نتایج تحلیل معادلات ساختاری و تحلیل عاملی تاییدی نشان داد که مهم ترین عوامل موثر در پایداری زیست‌محیطی به ترتیب اولویت شامل: فناوری‌های حفاظتی به ویژه تناوب زراعی، اقتصادی و بازاریابی (به ویژه تولید محصولات سالم و بازارپسند)، آموزشی و ترویجی (به ویژه برگزاری دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی)، سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی (تصویب قوانین و مقررات حمایتی) و اجتماعی و فرهنگی (به ویژه سرمایه اجتماعی کشاورزان) هستند.

بهادری قزلچه و همکاران (Bahadori Ghezeljeh *et al*., 2018)، به شناسایی نشانگرهای پایداری اقتصادی و اجتماعی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که از میان ۳۶ نشانگر اقتصادی و ۵۱ نشانگر اجتماعی، به‌ترتیب ۱۱ و ۱۴ نشانگر برای سنجش پایداری بهره‌برداری‌های زراعی خانوادگی کوچک-مقیاس مناسب‌تر بوده و می‌توانند در پژوهش‌ها و نیز سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های مرتبط با پایداری این نظام مورد استفاده قرار گیرند.

گلالی‌اف و همکاران (Gulaliyev *et al*., 2019)، به ارزیابی پایداری کشاورزی در آذربایجان پرداختند. در این مطالعه به مقایسه نسبی مسائل پایدار کشاورزی، جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و محیطی آن‌ها و همچنین برخی روش‌ها برای اندازه‌گیری نرخ پایداری پرداخته شد. نتایج نشان داد که اگر چه در کل پایداری کشاورزی در آذربایجان در سطح پایین قرار دارد و جنبه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی پایداری ضعیف است، اما جنبه اجتماعی پایداری کشاورزی در سطح متوسط قرار دارد.. همچنین نتایج نشان داد افزایش جنبه اقتصادی پایداری در آینده می‌تواند جنبه زیست‌محیطی پایداری را کاهش دهد.

روحانی و همکاران (Rohani *et al*., 2021)، به تحلیل عوامل موثر بر ابعاد توسعه پایدار کشاورزی در استان خراسان رضوی پرداختند. جامعه آماری ۳۹۸ نفری از کشاورزان، که به روش خوشه‌ای دو مرحله‌ای تصادفی انتخاب شده بودند، با استفاده از تکمیل پرسش‌نامه در چارچوب روابط رگرسیون به‌ظاهر نامرتبط مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که متوسط شاخص‌های پایداری اجتماعی، پایدای زیست‌محیطی، پایداری اقتصادی و پایداری سیاسی به‌ترتیب ۰/۵۵، ۰/۴۷، ۰/۴۱ و ۰/۳۲ بود. همچنین، متغیرهای شرکت در کلاس‌های آموزشی، علاقه‌مندی به کار کشاورزی و رضایت شغلی نیز ارتباط معنی‌داری با شاخص‌های پایداری کشاورزی داشتند. بر اساس نتایج متغیر مالکیت اراضی با شاخص اجتماعی و سیاسی و یکپارچگی اراضی نیز با شاخص اقتصادی پایداری رابطه آماری معنی‌داری داشت.

بررسی مطالعات انجام شده قبلی نشان می‌دهد که برای ارزیابی پایداری نظام‌های تولید کشاورزی روش‌های مختلفی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اکثر این روش‌ها مبتنی بر تدوین شاخص‌های چندگانه و تلفیق آن‌ها در یک شاخص نهایی پایداری هستند. همچنین مطالعات قبلی نشان می‌دهد که با وجود گستردگی چارچوب و روش‌های ارزیابی پایداری، تا کنون اجماع عمومی مبنی بر استفاده از یک روش شناسی جامع ایجاد نشده است. علاوه بر این، باید عنوان کرد که اگرچه پایداری کشاورزی در مقیاس‌های فضایی مختلف مورد تحلیل قرار می‌گیرد، اما به‌دلیل شرایط ویژه هر منطقه که وابسته به محیط طبیعی آن است، ضرورت توجه به مقیاس‌های کوچک (نظیر سطح مزرعه)، انکارناپذیر است. هرچند در زمینه پایداری بخش کشاورزی برنامه‌ریزی‌های مختلفی صورت گرفته است، اما برای پی‌ریزی بهتر این موضوع جهت ارزیابی و شناخت علمی پایداری کشاورزی و نظام‌های بهره‌برداری، ابعاد و عوامل مرتبط با پایداری، ترسیم وضعیت مطلوب و انتخاب

مناسب‌ترین راهکار ممکن برای حرکت از وضع موجود به وضعیت مطلوب ضروری است.

با توجه به اهمیت تولید برنج در شهرستان لاهیجان، ارزیابی پایداری کشاورزی و منابع تولیدی در فرآیند تولید این محصول به‌منظور برنامه‌ریزی برای کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی همراه با افزایش بهره‌وری ضروری به‌نظر می‌رسد. به این دلیل، در پژوهش حاضر به ارزیابی و مقایسه سطوح پایداری در نظام تولید برنج در شهرستان لاهیجان پرداخته شد.

## مواد و روش‌ها

کشاورزی پایدار به دنبال دستیابی به سه هدف کلی "اقتصاد کشاورزی سالم، حفظ جامعه روستایی و حفظ محیط زیست" است (Korfmacher, 2000). شناسایی شاخص‌های قابل دسترس، مرتبط و معنی‌دار و یافتن یک روش کمی برای ترکیب آن‌ها در یک شاخص ترکیبی نهایی از مراحل اصلی در فرآیند ارزیابی پایداری است. در حالی که ساخت شاخص‌های ترکیبی در برگیرنده انتخاب‌های متعددی است، مقدار زیادی از مفید بودن یک شاخص ترکیبی وابسته به نحوه و مراحل ساخت آن است. مراحلی از قبیل تعریف قلمرو و حوزه مورد مطالعه، شناسایی متغیرها و شاخص‌ها، قضاوت در مورد مثبت و منفی بودن شاخص‌ها، اعتبارسنجی، نرمال‌سازی مقیاس‌ها، وزن‌دهی، تجمیع شاخص‌ها، آزمون حساسیت و دقت و ترسیم نتایج اغلب مورد توافق است (Nardo *et al.*, 2008). در این بین شیوه‌های وزن‌دهی و تجمیع شاخص‌ها موضوعات مورد بحثی هستند که محققان از روش‌های مختلفی برای وزن‌دهی و تجمیع شاخص‌ها استفاده می‌کنند (Esty *et al.*, 2005). در تحقیق حاضر برای ارزیابی اهمیت نسبی شاخص‌های جزء پایداری از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بهره گرفته شد.

برای دسته‌بندی سطوح پایداری روش‌های مختلف دو سطحی تا پنج سطحی و طبقه بندی به روش تحلیل خوشه‌ای، پیشنهاد شده است که هر کدام نقاط ضعف و قوت خاص خود را دارند (Hoseini *et al.*, 2007; Ko, 2005). یک مرحله مهم در فرآیند پایداری، انتخاب شاخص‌های مناسب است. محتوای شاخص‌ها با توجه به شرایط هر منطقه و اهداف توسعه آن‌ها متفاوت است بنابراین، انتخاب شاخص‌ها علاوه بر اینکه باید مبانی علمی را رعایت کند، باید متناسب با شرایط خاص منطقه‌ای و با توجه به هدف مطالعه باشد (Qiu *et al.*, 2007). اغلب شاخص‌ها بر اساس توانایی در نشان دادن فشار نظام تولید کشاورزی بر سطح پایداری انتخاب می‌شوند.

**شاخص اکولوژیک:** شاخص اکولوژیک باید به نحوی باشد که کیفیت محیط‌زیستی و عملیات کشاورزی را به صورت جمعی نشان دهد (Dantsis *et al.*, 2010). این شاخص از هشت زیرشاخص تشکیل شده که شامل موارد زیر است:

- مصرف علف‌کش در هکتار: بر اساس مقدار مصرف علف‌کش در واحد سطح زیر کشت (لیتر در هکتار) ارزیابی می‌شود.
- مصرف قارچ‌کش در هکتار: بر اساس مقدار مصرف قارچ‌کش در واحد سطح زیر کشت (لیتر در هکتار) ارزیابی می‌شود.
- مصرف حشره‌کش در هکتار: بر اساس مقدار مصرف حشره‌کش در واحد سطح زیر کشت (لیتر در هکتار) ارزیابی می‌شود.
- مصرف کود فسفات در هکتار: بر اساس مقدار مصرف کود فسفات در واحد سطح زیر کشت (کیلوگرم در هکتار) ارزیابی می‌شود.
- مصرف کود پتاس در هکتار: بر اساس مقدار مصرف کود پتاس در واحد سطح زیر کشت (کیلوگرم در هکتار) ارزیابی می‌شود.
- مصرف کود ازت در هکتار: بر اساس مقدار مصرف کود ازت در واحد سطح زیر کشت (کیلوگرم در هکتار) ارزیابی می‌شود.
- عملیات مدیریت اگرواکولوژیکی مزرعه: از ترکیب پنج عملیات مهم اگرواکولوژیکی (استفاده از پسماندها، استفاده از کود آلی، استفاده از کود سبز، تناوب زراعی) که منجر به تاثیر مهمی بر حفاظت و بهبود کیفیت خاک می‌شوند به دست می‌آید (Bulluck *et al.*, 2002).
- نوع نظام بهره‌برداری: این شاخص به عنوان سهم کل سطح زیر کشت از هر نوع نظام تولید کشاورزی مرسوم و کشاورزی آلی (کشاورزی با کاربرد کم‌تر کود و سم و روش‌های مدیریت تلفیقی آفات) تعریف می‌شود (Bulluck *et al.*, 2002).

**شاخص‌های اجتماعی:** خوداتکایی کشاورزان را اندازه‌گیری می‌کند که می‌تواند باعث حفظ جمعیت کشاورزی به عنوان پیش‌شرط اصلی پایداری در نواحی

روستایی شود (Pretty, 1995). این شاخص شامل شش زیرشاخص به شرح زیر است:

- سابقه کار کشاورزی: تجربه کار کشاورزی با نوع نظام تولید، نحوه مدیریت مزرعه، اندازه عملیات زراعی و تعهد به شغل کشاورزی ارتباط دارد (Saltiel *et al.*, 1994).

- تحصیلات: تعداد سال‌های تحصیل کشاورزان به عنوان شاخص لحاظ شده است (Saltiel *et al.*, 1994).

- فعالیت‌های چندگانه: این شاخص فعالیت‌های خارج از مزرعه (فعالیت‌های غیرزراعی) کشاورزان را توصیف می‌کند و بیانگر اهمیت فعالیت‌های غیر کشاورزی در نواحی روستایی است (OECD, 2001).

- نیروی کار خانوادگی: با افزایش دسترسی به نیروی کار خانوادگی مدیران واحد تولید اتکای کمتری به کاربرد فن‌آوری‌های مکانیکی و بیولوژیکی دارند. این شاخص به صورت درصد نیروی کار خانوادگی شاغل در فعالیت کشاورزی به کل اعضای خانواده اندازه‌گیری می‌شود (Saltiel *et al.*, 1994).

- مشارکت در برنامه‌های آموزشی- ترویجی: شرکت در کلاس‌های آموزشی- ترویجی، تعداد تماس با مروج و مشارکت در برنامه‌های مدرسه مزرعه و مزرعه نمایشی به عنوان شاخص نهایی این قسمت به کار برده می‌شود (Saltiel *et al.*, 1994).

- مشارکت در نهادهای روستایی: در این تحقیق عضویت در شورا، شرکت تعاونی روستایی، بسیج محله و سایر شوراها و جلسات روستایی به عنوان شاخص این قسمت نهایی استفاده می‌شود (Saltiel *et al.*, 1994).

**شاخص‌های اقتصادی:** این شاخص‌ها سودآوری مالی، قابلیت دوام خانواده کشاورز و یا بهره‌برداری مزرعه را منعکس می‌کنند و بر نحوه عملیات کشاورزی، نوع و فشردگی نهادهای مصرفی و همراستا بودن روش‌های تولیدی با حفظ محیط‌زیست تاثیر می‌گذارند (Riesgo and Gomez-Limon, 2006). این شاخص شامل هشت زیرشاخص است:

- ارزش ناخالص تولید: از طریق ارزش میزان محصول فروش رفته (پس از کسر مقدار خود مصرفی) اندازه‌گیری می‌شود.

- دسترسی به اعتبارات: از طریق متوسط دفعات دریافت وام و اعتبارات و نیز متوسط مبلغ وام دریافتی اندازه‌گیری می‌شود.

- حاشیه ناخالص تولید: به عنوان تفاوت بین ارزش ناخالص تولید و هزینه‌های متغیر محصول (هزینه سه نوع نهاده کود، سم، بذر) در واحد سطح زیر کشت در نظر گرفته می‌شود. هزینه‌ها شامل هزینه ثابت و هزینه نیروی کار نمی‌شود.

- اندازه مزرعه: اندازه بزرگ‌تر زمین زراعی عملکرد را افزایش می‌دهد و ممکن است بیان‌گر پایداری بالقوه بیشتر مزرعه باشد (Van Passel *et al*., 2007). این شاخص از طریق میانگین زمین تحت مالکیت هر کشاورز اندازه‌گیری می‌شود.

- تعداد قطعات مزرعه: بیشتر بودن تعداد قطعات زمین منجر به تغییرات بیشتر در عملکرد همراه با افزایش مصرف انرژی و نیروی کار می‌شود (Todorova, 2005). این شاخص از طریق تعداد قطعات تحت مالکیت هر کشاورز اندازه‌گیری شده است.

- عملیات مکانیزاسیون (به تفکیک مراحل کشت، کوددهی، سمپاشی و برداشت): استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی برای حفظ و افزایش بهره‌وری کشاورزی ضروری است و بنابراین تأثیر مثبتی بر پایداری اقتصادی دارند (Vesterby, 1997). این شاخص از طریق متغیر دو ارزشی استفاده و عدم استفاده از هر کدام از ماشین‌آلات کشاورزی (تراکتور، دروگر، کمباین، نشاکار و ماشین بسته‌بندی کاه برنج، به تفکیک مراحل کشت، سمپاشی و برداشت) در واحد سطح زیر کشت اندازه‌گیری شده است (Todorova, 2005).

- عملکرد تولید: بیانگر بهره‌وری زمین است و از طریق میزان تولید در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار) اندازه‌گیری شده است (Todorova, 2005).

- بهره‌وری نهاده‌ها: بیانگر میزان استفاده بهینه از نهاده‌ها است و از طریق میزان متوسط سه نهاده کود، سم و بذر در واحد سطح اندازه‌گیری می‌شود (Todorova, 2005).

در مطالعه حاضر ابتدا وزن اختصاص یافته به هر شاخص با استفاده از نظر خبرگان و روش تحلیل سلسله مراتبی محاسبه شد. سپس ضریب تغییرات هر یک از شاخص‌ها از طریق تقسیم انحراف معیار هر یک از آنها بر میانگین محاسبه شد. ضمن اینکه برای شاخص‌های مثبت، مقدار ایده‌آل بزرگ‌ترین عدد و برای شاخص‌های منفی، مقدار ایده‌آل کم‌ترین عدد در ستون ماتریس نرمال شده در نظر گرفته شد. در ادامه پس از نرمال کردن شاخص‌های مورد استفاده در مطالعه (به‌دلیل مقیاس‌های مختلف اندازه‌گیری

شاخص‌ها)، از رابطه (۱) برای محاسبه $O_i$ استفاده شد (Abdollahzadeh *et al.*, 2012):

$$Q_i = \left[\sum_{j=1}^{k}\left(\frac{(Z_{ij}-Z_{oj})^2}{CV_j}\right)\times W_j\right]^{\frac{1}{2}} \quad (۱)$$

در این رابطه، $Q_i$ الگوی پایداری کشاورز iام با در نظر گرفتن سنجه‌های مختلف شاخص‌های مورد مطالعه است، $Z_{oj}$ مقدار ایده‌آل شاخص jام، $W_j$ وزن اختصاص یافته به شاخص jام است که از طریق روش AHP به‌دست آمده و $CV_j$ نیز ضریب تغییرات شاخص jام است. شاخص ترکیبی پایداری CI نیز از طریق رابطه (۲) محاسبه شد:

$$CI=1+\frac{Q_i}{\overline{Q_i}-3S_i} \quad (۲)$$

که در آن، $\overline{Q_i}$ و $S_i$ به‌ترتیب میانگین و انحراف معیار $Q_i$ هستند. هر قدر CI به صفر نزدیک‌تر باشد، نشانه ناپایداری بیش‌تر و هر قدر به یک نزدیک‌تر باشد، به معنی پایداری بیش‌تر است (Ko, 2005). این محاسبات ابتدا به تفکیک سه مؤلفه اصلی انجام و سپس سه مؤلفه به همین روش در هم ادغام و شاخص ترکیبی نهایی محاسبه شد. برای طبقه‌بندی سطوح پایداری نیز ابتدا چهار شاخص ترکیبی محاسبه شده به چهار سطح پایدار یا عالی (۷۶-۱۰۰)، بالقوه پایدار یا خوب (۷۵-۵۱)، بالقوه ناپایدار یا ضعیف (۵۰-۲۶) و ناپایدار یا بد (۲۵-۱) تقسیم شد (Ko, 2005). سپس برای دستیابی به یک سطح‌بندی واقعی‌تر از پایداری، شاخص ترکیبی نهایی به شرح زیر طبقه‌بندی شد:

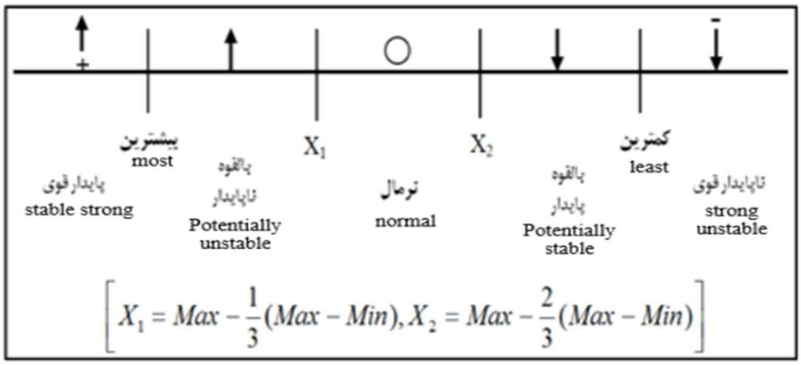
۱- ابتدا از طریق روش نمودار جعبه‌ای، داده‌های پرت و دورافتاده در شاخص‌های ترکیبی مؤلفه‌های سه‌گانه و شاخص ترکیبی کل حذف شد.

۲- بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار به‌ترتیب به‌عنوان سطح پایدار قوی و ناپایدار قوی در نظر گرفته شد.

۳- سطوح بالقوه پایدار، نرمال و بالقوه ناپایدار به صورت مساوی در فاصله بین این دو محدوده تعیین شد (شکل ۱).

۴- در نهایت برای ارزیابی سطح پایداری در بین گروه‌های مختلف کشاورزان از آزمون‌های مقایسه‌ای t و همچنین ضریب همبستگی پیرسون استفاده شد. علاوه بر این، برای سنجش وضعیت پایداری مؤلفه‌های ابعاد سه‌گانه و سطح پایداری کل از آزمون t یک‌نمونه‌ای و برای مقایسه اهمیت این سه مؤلفه از آزمون فریدمن استفاده شد. در ضمن تأثیر شاخص‌های اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیک بر پایداری کل نیز با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) ارزیابی شد.

جامعه آماری مورد مطالعه در این تحقیق، ۱۶۸۶۸۱ نفر از کشاورزان برنج‌کار شهرستان لاهیجان در سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ کشاورزان بودند. تعداد نمونه از طریق فرمول کوکران ۲۸۹ تعیین شد، با این حال به‌منظور اطمینان بیش‌تر ۳۰۰ پرسش‌نامه در بین پاسخ‌گویان توزیع شد و پس از حذف پرسش‌نامه‌های دارای جواب‌های ناقص و مبهم، در نهایت از اطلاعات ۲۹۶ کشاورز برای تحلیل نهایی استفاده شد. اطلاعات مربوط به شاخص‌ها نیز از طریق پیمایش پرسش‌نامه‌ای در سطح مزرعه به‌دست آمد. پرسش‌نامه این قسمت شامل سه گروه سوالات راجع به عملیات کنونی مدیریت مزرعه، عملکردهای اقتصادی و ویژگی‌های فردی و حرفه‌ای کشاورزان بود. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزارهای R، Expert Choice و Excel استفاده شد.




شکل ۱- طبقه‌بندی سطوح پایداری (Abdollahzadeh *et al.*, 2012)

Figure 1. Classification of sustainability levels

**نتایج و بحث**

مشخصات فردی جامعه مورد مطالعه درجدول (۱) مشاهده می‌شود. همان‌طور که از اطلاعات این جدول قابل مشاهده است، میانگین سنی، سابقه کار کشاورزی و تحصیلات کشاورزان به ترتیب برابر با ۵۱/۳۴، ۱۱/۸۷ و ۴/۲۱ سال و متوسط بعد خانوار ۴/۱۴ نفر بوده است، ضمن آن که به‌طور متوسط ۱/۳۵ نفر از اعضای خانوار در کار کشاورزی فعالیت دارند. میانگین ارزش ناخالص تولید در هکتار ۹۱/۵۷ میلیون ریال و حاشیه ناخالص سود ۸۲/۱۷ میلیون ریال در هر هکتار می‌باشد. متوسط زمین تحت مالکیت کشاورزان ۱/۱۴ هکتار بود. متوسط تعداد قطعات، که یکی از شاخص‌های اساسی اندازه‌گیری پراکندگی اراضی است ۳/۰۶ قطعه است. همچنین متوسط عملکرد برنج نیز ۲۰۵۸ کیلوگرم در هکتار بود. از کل میزان تولید نیز به طور متوسط ۴۲۱/۳۹ کیلوگرم برای مصرف شخصی کشاورز استفاده می‌شود. در خصوص مصرف نهاده‌های متغیر تولید نیز متوسط مصرف سم قارچ‌کش، علف‌کش و حشره‌کش به‌ترتیب ۲/۰۸، ۳/۴۴ و ۴/۶۸ لیتر در هکتار می‌باشد. در خصوص انواع کودها نیز به طور متوسط ۶۸/۹۳، ۹۶/۰۸ و ۲۳۴/۴۶ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از انواع کودهای فسفات، پتاس و ازت مصرف شده است.

مقایسه شاخص‌های سه‌گانه (جدول ۲) نشان داد که شاخص اکولوژیک با وزن نسبی ۰/۵۵۸ بیش‌ترین اهمیت را در ارزیابی سطح پایداری داشت و پس از آن شاخص اقتصادی با وزن نسبی ۰/۳۲۰ و شاخص اجتماعی با وزن نسبی ۰/۱۲۲ قرار داشتند. این نتایج با نتایج مطالعه عبدالله‌زاده و همکاران (Abdollahzadeh *et al*., 2012) که بیش‌ترین اهمیت را به‌ترتیب برای شاخص‌های اکولوژیک و اقتصادی گزارش کردند، همسو می‌باشد. مقایسه زیرشاخص‌ها نیز نشان داد که در بین زیرشاخص‌های اکولوژیک، زیرشاخص مدیریت اگرواکولوژیک با وزن نسبی ۰/۲۴۴ بیش‌ترین اهمیت را در بین شاخص‌های این گروه داشت. همچنین در مورد وزن‌های اختصاص یافته به زیرشاخص‌های اجتماعی نیز زیرشاخص مشارکت روستایی با وزن نسبی ۰/۲۵۹ و در مورد زیرشاخص اقتصادی نیز زیرشاخص‌های تعداد قطعات زمین و حاشیه ناخالص سود هر دو با وزن نسبی ۰/۱۴۷ دارای اهمیت بیش‌تری از سایر زیرشاخص‌ها بودند. در مجموع با توجه به نتایج جدول ۲ می‌توان نتیجه گرفت که مدیریت صحیح اگرواکولوژیک مزارع، انتخاب درست نوع نظام بهره‌برداری برای مزرعه و مصرف و استفاده درست و اصولی از کود ازت از جمله راه‌کارهایی می‌باشند که در راستای جلوگیری از ناپایداری نظام کشت برنج می‌توانند مورد توجه قرار گیرند.

جدول ۱- ویژگی‌های فردی و شغلی کشاورزان مورد مطالعه

Table 1. Personal and job characteristics of the studied farmers

| Individual and occupational characteristics of farmers | Mean | Standard deviation |
|---|---|---|
| Age (years) | 51.34 | 12.87 |
| Agricultural history (years) | 11.87 | 5.62 |
| Education (years) | 4.21 | 3.22 |
| Household size (person) | 4.14 | 1.73 |
| Household members working in agriculture (person) | 1.35 | 0.65 |
| Gross production value (10000 Rials/ha) | 9156.89 | 1708.04 |
| Gross profit margin (10000 Rials/ha) | 8217.04 | 10136.72 |
| Area under rice cultivation (hectares) | 1.07 | 2.13 |
| Size of owned land (hectares) | 1.14 | 2.51 |
| Number of plots of land | 3.06 | 0.97 |
| Production yield (kg/hectare) | 2058 | 1153.92 |
| Personal consumption (kg) | 421.39 | 53.48 |
| Fungicide (liters per hectare) | 2.08 | 3.24 |
| Herbicide (liter per hectare) | 3.44 | 4.78 |
| Insecticide (liter per hectare) | 4.68 | 5.05 |
| Phosphate fertilizer (kg/hectare) | 68.93 | 24.52 |
| Potash fertilizer (kg/hectare) | 96.08 | 62.73 |
| Nitrogen fertilizer (kg/ha) | 234.46 | 84.95 |

جدول ۲- وزن نسبی شاخص‌ها و زیر شاخص‌های پایداری

Table 2. Relative weight of sustainability indicarors and components

| Ecological indicator | Relative weight | Social indicator | Relative weight | Economic indicator | Relative weight | Agricultural sustainability indicator | Relative weight |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Fungicide | 0.069 | Agricultural background | 0.165 | Access to credits | 0.074 | Ecological components | 0.553 |
| Herbicide | 0.063 | Education | 0.230 | Gross production value | 0.123 | Social component | 0.122 |
| Consumption | 0.111 | Multiple activity | 0.091 | Gross profit margin | 0.147 | Economic components | 0.320 |
| Insecticide | 0.085 | Family workforce | 0.096 | Farm size | 0.132 | - | - |
| Phosphate | 0.070 | Promotional participation | 0.159 | Number of parts | 0.147 | - | - |
| Consumption | 0.146 | Rural participation | 0.259 | Mechanization operation | 0.123 | - | - |
| Agroecological management | 0.244 | - | - | Production performance | 0.123 | - | - |
| Type of operating system | 0.211 | - | - | Productivity of inputs | 0.132 | - | - |
| Inconsitancy rate | 0.03 | Inconsitancy rate | 0.05 | Inconsitancy rate | 0.01 | Inconsitancy rate | 0.02 |

نتایج مقایسه میانگین سطوح شاخص‌های کشاورزی پایدار با توجه به متغیرهای ارزیابی شده در جدول ۳ ارایه شده است. نتایج به‌دست آمده در مورد شاخص اکولوژیک بیانگر آن است که تفاوت معنی‌داری میان زنان و مردان شالی‌کار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت، به‌عبارت دیگر مردان برنج‌کار به‌طور متوسط از کودها و سموم شیمیایی بیش‌تری نسبت به زنان در واحد سطح استفاده می‌کنند. کشاورزانی که شغل اصلی آنها کشاورزی بوده است از نظر شاخص پایداری اقتصادی دارای تفاوت آماری مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد بودند. استفاده‌کنندگان از مبارزه بیولوژیک در مقایسه با کشاورزانی که از مبارزه شیمیایی برای دفع آفات بهره گرفتند در خصوص شاخص اکولوژیک دارای تفاوت آماری در سطح یک درصد بودند. کشاورزانی که از عملیات‌های مدیریت اگرواکولوژیک بهره برده‌اند، مطابق انتظار از نظر پایداری اکولوژیک در سطح بالاتری قرار داشتند. همچنین شاخص اقتصادی، اکولوژیکی و پایداری کل در بین استفاده‌کنندگان از بذرهای کم‌محصول در سطحی بالاتر از کشاورزان استفاده‌کننده از بذرهای پرمحصول قرار دارد. همچنین، میان کشاورزان دارای اراضی یکجا و دارندگان اراضی پراکنده نیز از نظر شاخص‌های اقتصادی و اکولوژیک، تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده شد.

برای سنجش وضعیت هر کدام از شاخص‌های پایداری و همچنین پایداری کل، از آزمون t یک‌نمونه‌ای استفاده شده است (شکل ۲). همان‌طور که مشاهده می‌شود، در شهرستان لاهیجان شاخص پایداری اقتصادی با میانگین ۰/۵۴۱ بالاترین مقدار را نسبت به سایر شاخص‌های پایداری دارا بود و وضعیت به‌نسبت مطلوب‌تری نسبت به سایر شاخص‌ها داشت، در حالی‌که شاخص اکولوژیک با میانگین ۰/۳۷۹ دارای کم‌ترین مقدار بود و وضعیت نسبتاً نامطلوبی داشت. میانگین شاخص پایداری کل نیز ۰/۴۱۷ بود. با توجه به اینکه شاخص ترکیبی در محدوده صفر تا یک قرار دارد، بنابراین عدد معیار، حد وسط شاخص ترکیبی یعنی ۰/۵ در نظر گرفته شد. در مورد هر سه شاخص پایداری و نیز شاخص پایداری کل، سطح معنی‌دار از ۰/۰۵ کم‌تر است، به این معنی که اختلاف معنی‌داری با حد متوسط وجود دارد و به‌عبارت دیگر، شاخص‌های پایداری در کشت برنج تفاوت معنی‌داری نسبت به حد متوسط دارند. همچنین، اختلاف میانگین سه شاخص اکولوژیک، اجتماعی و کل، اعدادی منفی است، به این معنی که این شاخص‌ها وضعیت پایداری نامطلوب و پایین‌تر از حد متوسط دارند.

برای آزمون وجود رابطه بین پایداری با برخی از متغیرها که در مقیاس فاصله‌ای و نسبی اندازه‌گیری شده‌اند، از ضریب همبستگی پیرسون استفاده و نتایج در جدول ۴ ارایه

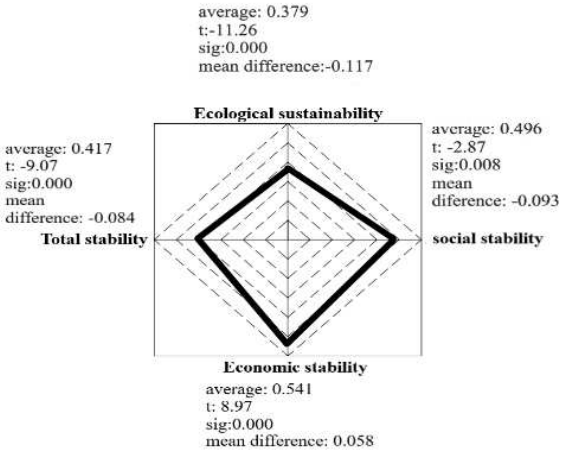
شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که بین شاخص پایداری اجتماعی و متغیر سابقه کشاورزی رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت. شاخص اقتصادی پایداری نیز با سن، سابقه کشاورزی، سال‌های تحصیل، اندازه زمین، مقدار تولید و شاخص بهره‌وری رابطه مثبت و معنی‌دار داشت. در ارتباط با شاخص اکولوژیک نیز این شاخص با متغیرهای شرکت در کلاس‌های ترویجی، سال‌های تحصیل و اندازه زمین رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. در نهایت شاخص پایداری کل که رابطه مثبت و معنی‌داری با متغیرهای سابقه کشاورزی، سال‌های تحصیل و اندازه زمین داشت.

جدول ۳- مقایسه میانگین سطوح شاخص‌های مختلف پایداری در بین گروه‌های مختلف کشاورزان

Table 3. Comparison of the average levels of different sustainability indices among different farmers groups

| Individual and professional variable | Social index | | Economic index | | Ecological index | | Total sustainability | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Average | Test value | Average | Test value | Average | Test value | Average | Test value |
| Gender | | | | | | | | |
| Men | 0.398 | -0.95 | 0.566 | 0.87 | 0.546 | 5.61** | 0.514 | 1.11 |
| Women | 0.364 | | 0.498 | | 0.624 | | 0.497 | |
| Main job | | | | | | | | |
| Agriculture | 0.267 | -0.95 | 0.394 | 1.63** | 0.429 | 1.18 | 0.389 | 1.43 |
| Non-agriculture | 0.286 | | 0.321 | | 0.378 | | 0.356 | |
| Participation in promotional programs | | | | | | | | |
| Yes | 0.426 | 1.05 | 0.494 | 0.93 | 0.456 | 1.61* | 0.498 | 1.17 |
| No | 0.394 | | 0.411 | | 0.417 | | 0.422 | |
| How to fight pests | | | | | | | | |
| Biologically | 0.256 | 0.88 | 0.424 | 0.78 | 0.572 | 6.14** | 0.417 | 1.91* |
| Chemical | 0.246 | | 0.471 | | 0.311 | | 0.389 | |
| Agroecological management | | | | | | | | |
| Yes | 0.233 | 0.63 | 0.423 | 0.93 | 0.591 | 5.38** | 0.445 | 1.07 |
| No | 0.245 | | 0.447 | | 0.456 | | 0.413 | |
| Type of seed used | | | | | | | | |
| Full of products | 0.378 | 0.82 | 0.415 | 1.72* | 0.411 | 7.81** | 0.436 | 1.59* |
| Low yield | 0.361 | | 0.496 | | 0.585 | | 0.516 | |
| Land distribution | | | | | | | | |
| Together | 0.417 | 0.48 | 0.492 | 4.78** | 0.525 | 1.69* | 0.483 | 1.96* |
| Scattered | 0.429 | | 0.394 | | 0.486 | | 0.426 | |

* and ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.




شکل ۲- نتایج آزمون t یک‌نمونه‌ای برای مقایسه وضعیت سطوح پایداری در شهرستان لاهیجان

Figure 2. Results of one sampling t-test for comparison of sustainability levels in Lahijan county

جدول ۴- نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون

Table 4. Results of Pearson correlation coefficient test

| Variables | Sustainability indicators | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ecologic | Economic | Social | Total sustainability |
| Age (years) | 0.124 | -0.093* | 0.113 | 0.186 |
| Agricultural history (years) | 0.164 | 0.056** | 0.154* | 0.086* |
| Participation in promotional classes (number of times) | 0.057** | -0.127 | 0.165 | 0.213 |
| Education (years) | 0.216* | 0.092* | 0.193 | 0.156* |
| Land size (hectares) | 0.112* | 0.274* | 0.117 | 0.097* |
| Rice production (kg) | -0.158 | 0.108** | -0.070 | 0.115 |
| Productivity index | -0.099 | 0.057** | -0.128 | 0.128 |
| Household size | 0.155 | -0.146 | -0.066 | -0.182 |

* and ** Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

## نتیجه‌گیری کلی

این مطالعه با هدف ارزیابی و مقایسه سطوح پایداری در نظام تولید برنج در شهرستان لاهیجان انجام شد. نتایج محاسبه وزن برای شاخص‌ها و مؤلفه‌ها نشان داد که شاخص‌های اقتصادی، اکولوژیک، کل و اجتماعی به‌ترتیب بیش‌ترین اهمیت را در ارزیابی سطح پایداری نظام تولید برنج شهرستان لاهیجان داشتند. در این بین، زیر شاخص مدیریت اگرواکولوژیک، نوع نظام بهره‌برداری و مصرف نیتروژن بیش‌ترین اهمیت را در بین گروه شاخص‌های اکولوژیک داشتند. در بین زیر شاخص‌های اجتماعی نیز مشارکت روستایی اهمیت بیش‌تری داشت و در جایگاه بعدی متغیر تعداد سال‌های تحصیل قرار گرفت که به‌علت نقش آن در افزایش آگاهی و کسب مهارت درباره روش‌های مدیریت پایدار و نیز افزایش احتمال پذیرش فنآوری، می‌تواند منجر به حفظ محیط‌زیست و اکوسیستم مزرعه شود. همچنین، در بین زیر شاخص‌های اقتصادی، زیرشاخص حاشیه سود ناخالص وزن نسبی بیش‌تری داشت. طبقه‌بندی سطوح پایداری نشان داد که در ارتباط با شاخص اجتماعی فقط ۸ درصد از کشاورزان در وضعیت بالقوه پایدار قرار دارند و در مورد شاخص اقتصادی نیز فقط یک درصد از کشاورزان در وضعیت پایدار قوی و ۴۸ درصد از آنها در وضعیت ناپایدار قوی قرار گرفتند. عدم پیش‌بینی کشاورزان از افزایش قیمت نهاده‌های شیمیایی و همچنین عدم تناسب افزایش قیمت فروش با هزینه‌های تولید از عوامل مهم کاهش سطح پایداری اقتصادی بوده است. از نظر سطح پایداری کل نیز نتایج نشان داد که فقط چهار درصد از کشاورزان در وضعیت بالقوه پایدار و پایدار قوی قرار دارند. در این راستا مطالعات ایروانی و دربان آستانه (Irvani and Darban-Astane, 2004)، عربیون (Arabioun *et al*., 2010) و علی بیگی و بابلی (Alibeigi and Baboli, 2009) نیز نشان داد که در نظام‌های تولیدی بررسی شده، تعداد محدودی از تولید کنندگان از نظر پایداری در وضعیت پایدار قوی قرار داشتند.

نتایج مقایسه میانگین سطوح شاخص‌های کشاورزی پایدار نشان داد که مردان به‌طور متوسط از کودها و سموم شیمیایی بیش‌تری در واحد سطح نسبت به زنان استفاده می‌کنند. همچنین، برنج‌کاران با شغل اصلی کشاورزی نسبت به شاغلان در شغل‌های غیر کشاورزی از نظر شاخص پایداری اقتصادی وضعیت بهتری داشتند. از سوی دیگرکشاورزانی که از مدیریت اگرواکولوژیک استفاده کرده بودند، در مقایسه با گروه دیگر، از نظر پایداری اکولوژیک در سطح بالاتری قرار گرفتند. بسیاری از مطالعات پیشین بر کاربرد چنین عملیاتی در بهبود سطح پایداری مزرعه تاکید کرده‌اند. برای مثال، می‌توان مطالعه عربیون (Arabiuon, 2007) و حسن‌شاهی و همکاران (Hassanshahi *et al*., 2009) را نام برد. همچنین نتایج بیانگر تأثیر مثبت روش‌های مدیریت تلفیقی آفات بر پایداری مزرعه بود. این روش‌ها علاوه بر اینکه منجر به کاهش مصرف سموم برای مبارزه با مهم‌ترین آفت برنج یعنی کرم ساقه‌خوار شد، تأثیر مهمی در کاهش هزینه‌ها نیز داشت. شاخص‌های اقتصادی، اکولوژیک و پایداری کل در بین استفاده‌کنندگان از بذر کم‌محصول در سطحی بالاتر از کشاورزان استفاده‌کننده از بذر پرمحصول قرار داشت و کشاورزان دارای اراضی متمرکز از نظر شاخص‌های اقتصادی و اکولوژیک در مقایسه با دارندگان اراضی پراکنده، تفاوت آماری معنی‌داری داشتند.

بر اساس نتایج به دست آمده پیشنهادهایی به شرح زیر ارایه می‌شود:

- با توجه به این که ارقام بومی و کم‌محصول از نظر شاخص‌های پایداری وضعیت مطلوب‌تری داشتند، پیشنهاد می‌شود تمهیداتی اندیشیده شود تا به‌تدریج و در بلندمدت سطح زیر کشت ارقام بومی به‌منظور استفاده پایدارتر از نهاده‌های مصرفی افزایش یابد.

- با توجه به نقش مثبت کلاس‌های ترویجی در پایداری کشت برنج، و با توجه به اینکه کشاورزانی که از عملیات مدیریت اگرواکولوژیک بهره بردند، از نظر پایداری اقتصادی، اکولوژیک و پایداری کل در سطح بالاتری قرار داشتند، بنابراین پیشنهاد می‌شود خدمات حمایتی و مهارت‌های عملیات پایدار محور در بین کشاورزان تقویت و استفاده بیش‌تر از عملیات مدیریت اگرواکولوژیک در سطح مزرعه تشویق و ترویج شود.

- با توجه به اینکه کشاورزان دارای اراضی یک‌جا و متمرکز از نظر پایداری اقتصادی و پایداری کل با گروه کشاورزان دارای اراضی پراکنده تفاوت معنی‌دار داشتند، بنابراین از منظر سیاست‌های کشاورزی، حرکت به سوی اندازه‌های بزرگ‌تر مزرعه می‌تواند تاثیر مثبتی بر پایداری کشت برنج داشته باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود تمهیداتی اندیشیده شود تا برنج‌کاران به تغییر مدیریت مزارع از حالت خرده مالکی به مدیریت‌های یکپارچه تشویق شوند.

## تضاد منافع

نویسنده (گان) تایید می‌کنند که این تحقیق در غیاب هر گونه روابط تجاری یا مالی که می‌تواند به‌عنوان تضاد منافع بالقوه تعبیر شود، انجام شده است.

## رعایت اخلاق در نشر

نویسنده (گان) اعلام می‌کنند که در نگارش این مقاله به‌طور کامل از اخلاق نشر از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پیروی کرده‌اند. همچنین این مقاله حاصل یک کار تحقیقاتی اصیل بوده و تا کنون به‌طور کامل به هیچ زبانی و در هیچ نشریه یا همایشی چاپ و منتشر نشده و هیچ اقدامی نیز برای انتشار آن در هیچ نشریه یا همایشی صورت نگرفته و نخواهد گرفت.

## اجازه انتشار مقاله

نویسنده (گان) با چاپ این مقاله به صورت دسترسی باز موافقت کرده و کلیه حقوق استفاده از محتوا، جدول‌ها، شکل‌ها، تصویرها و غیره را به ناشر واگذار می‌کنند.

## References


**Abdollahzadeh, G., Kalantari, K., Fisher, R., Asadi, A. and Daneshvar-Ameri, Zh. 2012.** Spatial patterns of agricultural development: Application of the composite index approach (A case study of Fars province). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14(1), pp. 51-64. https://dorl.net/dor/20.1001.1.16807073.2012.14.1.13.3.

**Alibeigi, A.H. and Baboli, M. 2009.** An assessing the sustainability of agriculture practiced by wheat growing farmers in Sarpole-Zahab township (Application of DSR model). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 39(1), pp. 111-122. [In Persian]. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20084838.1387.39.1.11.1.

**Arabioun, A.A.Gh., Kalantari, Kh., Asadi, A. and Shaaban Ali Fami, H. 2010.** Measuring sustainability level of wheat cropping system in Fars province and determining affecting factors. *Iranian Agricultural Extension and Education Journl*, 5(2), pp. 17-28. [In Persian].

**Bahadori Ghezeljeh, M., Zarifian, Sh., Kohestani, H. and Kalantari, Kh. 2018.** Identification of economic and social sustainability indicators of small-scale family farming. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 49(1), pp. 165-177. [In Persian]. https://doi.org/10.22059/IJAEDR.2018.243238.668501.

**Bulluck, L.R., Brosius, M., Evanylo, G.K. and Ristaino, J.B. 2002.** Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology*, 19(2), pp. 147-160. https://doi.org/10.1016/S0929-1393(01)00187-1.

**Dantsis, T., Douma, C., Giourga, C., Loumou, A. and Polychronaki, E.A. 2010.** A methodological approach to assess and compare the sustainability level of agricultural plant production systems. *Ecological Indicators*, 10(2), pp. 256-263. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.05.007.

**Esty, D.C., Levy, M.A., Srebotnjak, T. and de Sherbinin, A. 2005.** Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship. Yale Center for Environmental Law and Policy. New Haven.

**Gulaliyev, M.G., Abasova, S.T., Samedova, E.R., Hamidova, L.A., Valiyeva, S.A. and Serttash, L.A. 2019.** Assessment of agricultural sustainability (Azerbaijan case). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(Suppl. 2), pp. 80-89.

**Hassanshahi, H., Irvani, H. and Kalantari, Kh. 2009.** An Assessment of the levels of farming system sustainability among wheat growing farmers in agricultural production cooperatives (Fars province). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 40(2), pp. 135-143. [In Persian]. https://dorl.net/dor/20.1001.1.20084838.1388.40.2.13.2.

**Qiu, H.J., Zhu, W.B., Wang, H.B. and Cheng, X. 2007.** Analysis and design of agricultural sustainability indicators system. *Agricultural Sciences in China*, 6(4), pp. 475-486. https://doi.org/10.1016/S1671-2927(07)60072-8.

**Irvani, H. and Darban-Astaneh, A.R. 2004.** Measurment, analysis and explaition of the sustainability of farming systems (Case study: Wheat production, Tehran province). *Iranian Journal of Agriculture Science*, 35(1), pp. 39-52. [In Persian].

**Kamkar, B. and Mahdavi Damghani, A.M. 2017.** Basics of Sustainable Agriculture. Jahad Daneshgahi of Mashhad Press, Mashhad, Iran. 316 p.[In Persian].

**Ko, T.G. 2005.** Development of a tourism sustainability assessment procedure: A conceptual approach. *Tourism Management*, 26(3), pp. 431-445. https://doi.org/10.1016/j.tourman.2003.12.003.

**Korfmacher, K.S. 2000.** Farmland preservation and sustainable agriculture: Grassroots and policy connections. *American Journal of Alternative Agriculture*, 15(1), pp. 37-43. https://doi.org/10.1017/S0889189300008444.

**Lugandu, S. 2013.** Factors influencing the adoption of conservation agriculture by smallholder farmers in Karatu and Kongwa districts of Tanzania. Proceedings of the REPOA's 18th Annual Research Workshop, 3-4 April 2013, Dar es Salaam, Tanzania.

**Movahedi, R., Amiri Bavandpour, N. and Naderi Mehdeei, K. 2016.** Factors affecting the agricultural sustainability of wheat farms in Kermanshah county. *Geography and Environmental Sustainability*, 6(1), 97-111. [In Persian].

**Mohammadi, F. 2018.** Environmental sustainability and its realization factors in the agricultural sector (Case study: Pakdasht county). *Agricultural Economics and Development*, 26(1), pp. 247-267. [In Persian]. https://doi.org/10.30490/AEAD.2018.65206.

**Hoseini, S.M., Naderi Mahdiei, K. and Kalantari, k. 2007.** A study of ecological sustainability of smallholder farming system in Saleh Abad district, Hamadan. *Iranian Journal of Agriculture Science,* 2-38(3), pp. 91-98. [In Persian].

**Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A. and Giovannini, E. 2008.** Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide. OECD Publishing. JRC 47008.

**OECD. 2001.** Environmental Indicators for Agriculture. Vol. 3. Methods and Results. Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD Publication, France.

**Pretty, J.N. 1995.** Regenerating Agriculture: Policies and Practice for Sustainability and Self-Reliance. Joseph Henry Press. 336 p.

**Riesgo, L. and Gomez-Limon, J.A. 2006.** Multi-criteria policy scenario analysis for public regulation of irrigated agriculture. *Agricultural Systems*, 91(1-2), pp. 1-28. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2006.01.005.

**Rohani, H., Ghorbani, M. and Kohensal, M. 2021.** Analysis of the effective factors on dimensions of sustainable agricultural development in Khorasan Razavi province, using seemingly unrelated regression equations. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 52(1), pp. 33-52. [In Persian]. https://doi.org/10.22059/IJAEDR.2021.308780.668977.

**Roy, R., Weng Chan, N. and Xenarios, S. 2016.** Sustainability of rice production systems: An empirical evaluation to improve policy. *Environment, Development and Sustainability*, 18, pp. 257-278. https://doi.org/10.1007/s10668-015-9638-x.

**Saltiel, J, Bauder, J.W. and Palakovich, S. 1994.** Adoption of sustainable agricultural practices: Diffusion, farm structure and profitability. *Rural Sociology*, 59(2), pp. 333-349. https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.1994.tb00536.x.

**Todorova, A. 2005.** Economic and social effects of land fragmentation on Bulgarian agriculture. *Journal of Central European Agriculture*, 6(4), 555-562.

**Van Passel, S., Nevens, F., Mathijs, E. and Van Huylenbroeck, G. 2007.** Measuring farm sustainability and explaining differences in sustainable efficiency. *Ecological Economics*, 62(1), pp. 149-161. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.06.008.

**Vesterby, M. 1997.** Farm Machinery. In: Anderson, M. and Magleby, R. (Eds.). Agricultural Resources and Environmental Indicators, 1996-97. Agricultural Handbook No. 712. U.S. Department of Agriculture (USDA). pp. 142-153.

**Zulfiqar, F. and Thapa, G.B. 2017.** Agricultural sustainability assessment at provincial level in Pakistan. *Land Use Policy*, 68, 492-502. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.016.

**Javadi Baghi, S., Motamed, M. K., & Ghorbani Piralidehi, F. (2022).** Investigating effective factors on achieving sustainable agriculture in rice production in Guilan province (Case study: Rasht city). CerealResearch,12(2),167-185. https://doi.org/10.22124/cr.2023.23668.1755.