

## شناسایی نشانگرهای پایداری زیست محیطی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس با استفاده از روش دلفی فازی

مختار بهادری<sup>۱</sup>، شاپور ظریفیان<sup>۲\*</sup>، حسین کوهستانی<sup>۳</sup>، خلیل کلانتری<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۹۶/۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۱/۲۴

- ۱- دانشجوی دکتری، گروه ترویج و توسعه روستائی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
  - ۲- دانشیار گروه ترویج و توسعه روستائی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
  - ۳- دانشیار گروه ترویج و توسعه روستائی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
  - ۴- استاد گروه مدیریت و توسعه روستائی، دانشکده اقتصاد و توسعه کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
- \*مسئول مکاتبه: E-mail: zarifian@tabrizu.ac.ir

### چکیده

رویکرد کشاورزی پایدار معطوف به ایجاد و تقویت ویژگی‌های پایداری در نظام‌های بهره‌برداری کشاورزی است. نخستین گام حرکت به سوی پایداری نظام‌های بهره‌برداری کشاورزی، پرداختن به مسائل زیست‌محیطی آن‌ها است. با توجه به تعدد واحدهای بهره‌برداری کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس در بخش کشاورزی ایران، شناسایی و حل مسائل پایداری این نظام ضرورتی برای پایداری بخش کشاورزی و جامعه روستایی کشور به‌شمار می‌رود. بنابراین شناسایی بهره‌گیری از نشانگرهایی که برای سنجش پایداری نظام بهره‌برداری کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس مناسب باشند، ضروری بنظر می‌رسد که هدف این تحقیق می‌باشد. این تحقیق از نوع تحلیلی-اکتشافی است که در آن از مطالعات اسنادی و از روش تحلیل دلفی فازی استفاده شد. جامعه آماری تحقیق متخصصان دانشگاه، مؤسسات تحقیقات و دستگاه‌های اجرایی بودند که ۱۵ نفر از آن‌ها با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. ابزار تحقیق، پرسشنامه نیمه‌ساختارمند برای بخش کیفی تحقیق و پرسشنامه ساختارمند با سوالات بسته پاسخ در قالب طیف لیکرت پنج گزینه‌ای برای دوره‌های دوم و سوم تحلیل دلفی و فازی سازی داده‌ها (بخش کمی تحقیق) بود. 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 زیست‌محیطی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس ایران شناسایی شدند.

واژه‌های کلیدی: پایداری زیست‌محیطی، روش دلفی فازی، کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس، منابع، نشانگرهای پایداری

## Identification of Environmental Sustainability Indicators of Small-scale Family Farming Using the Fuzzy Delphi Method

Mokhtar Bahadori<sup>1</sup>, Shapour Zarifian<sup>2\*</sup>, Hossein Kohestani<sup>3</sup>, Khalil Kalantari<sup>4</sup>

Received: November 13, 2017 Accepted: February 13, 2018

1 PhD Student, Dept. of Extension & Rural Development, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

2 Assoc. Prof., Dept. of Extension & Rural Development, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

3 Assoc. Prof., Dept. of Extension & Rural Development, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

4 Prof., Dept. of Management & Rural Development, Faculty of Agricultural Economics and Development, University college of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran.

\*Corresponding Author Email: zarifian@tabrizu.ac.ir

### Abstract

Sustainable agriculture approach focuses on creating and strengthening sustainability characteristics in agricultural farming systems. The first step in trying to sustainable farming systems is to consider their environmental issues. There are the large number of small-scale family farming systems in Iran's agricultural sector. Identifying and solving the sustainability problems of these systems is considered a necessity for the sustainability of agricultural sector in the country. Identification and application of indicators that can be used to measure the sustainability of small-scale family farming systems is the objective of research. In this analytical - exploratory research, Fuzzy Delphi Method (FDM) was used. The statistical population consisted of experts from universities, research institutes and executive agencies, of which 15 were selected by purposeful sampling. The research tool was a semi-structured questionnaire in the first qualitative round and a structured questionnaire in the second and third rounds of Fuzzy Delphi Method (quantitative sector). Based on the results, 76 indicators were selected from documentary studies and proposed panel of specialists, 28 indicators in the form of 10 categories including : climate, land resources, water resources, water use, culture system, application of crop inputs, application of new technology, management of product remnants, loss and destruction of resources, and the occurrence of natural disasters were introduced to measure the environmental sustainability of Iran's small-scale family agriculture.

**Keywords:** Environmental Sustainability, Family Farming, Farming System, Fuzzy Delphi Method, Indicators, Resources

### مقدمه

و شرایطی را که در هر زمان بسیار بی ثبات هستند، مدیریت می کنند (آیترسوم و همکاران ۲۰۰۷). در میان انواع نظام های بهره برداری، کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس چه به لحاظ تعداد واحد و اشتغال و چه به لحاظ نقشی که در تولید مواد غذایی دارند، از اهمیت و جایگاه خاصی در دنیا و ایران برخوردار است. در حال

نظام های بهره برداری کشاورزی به عنوان اکوسیستم های کشاورزی، نمونه ای پیچیده از سیستم های اجتماعی و زیست محیطی به شمار می روند (دیکسون و همکاران ۲۰۱۴). ویژگی مشترک تمامی نظام های بهره برداری کشاورزی این است که منابع طبیعی و اقتصادی

جدید پردازند(فائو ۱۹۹۹). در این میان مفهوم کشاورزی خانوادگی شامل پیوندهایی با جنبه‌های گسترده‌تر اجتماعی اقتصادی روستایی است که به‌طور معنی‌داری می‌تواند به‌عنوان ستون فقرات توسعه روستایی و پایداری زیست‌محیطی در نظر گرفته شود(گارنر و دلاؤکامپوس ۲۰۱۴). این‌گونه اکوسیستم‌های کشاورزی که اهمیت جهانی برای غذا و کشاورزی دارند، مبتنی بر تنوعی از کشت محصولات زراعی در زمان و مکان گوناگون هستند و به کشاورزان سنتی این اجازه را می‌دهند تا در محیطی نامطمئن و تحت سطوح پایینی از فناوری، ضمن وارد آوردن فشار محدود بر محیط زیست، از بروز خطرات جلوگیری کرده و امنیت برداشت محصول خود را به‌حداکثر برسانند(آلتیری و کوه‌افکن ۲۰۰۸). بنابراین کشاورزی کوچک-مقیاس به‌لحاظ پایداری زیست‌محیطی دارای توانمندی‌ها و کاستی‌هایی است و برای ایفای نقش مؤثر در توسعه پایدار کشاورزی، بایستی توانمندی‌های آن تقویت و کاستی‌هایش مرتفع گردد.

نخستین گام برای پایداری نظام‌های بهره‌بردار کشاورزی، ارزیابی و تعیین سطح پایداری آن‌ها است. در واقع ارزیابی پایداری نظام‌های کشاورزی یک موضوع کلیدی برای اجرای سیاست‌ها و شیوه‌هایی است که هدف آشکارسازی اشکال پایدار استفاده از زمین را پی می‌گیرند و یک گام کلیدی در پشتیبانی از توسعه نظام‌های بهره‌بردار کشاورزی پایدار می‌باشد(دبازاباکانا و همکاران ۲۰۱۴). در میان رویکردهای بنیادین متعدد ارزیابی پایداری، استفاده از نشانگرها عمومیت بیشتری دارد(پاچینی و همکاران ۲۰۱۰). گفتنی است در ارزیابی پایداری، نشانگرها مقیاس‌های ساده و اغلب کمی هستند که شرحی از وضعیت توسعه اقتصادی، اجتماعی و یا زیست‌محیطی را در یک ناحیه‌ی معین و اغلب در سطح ملی فراهم می‌کنند(نس و همکاران ۲۰۰۷). در دو دهه گذشته با توسعه روش‌های نشانگر-بنیان متعددی که ارزیابی اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های

حاضر حدود ۹۰ درصد از مزارع جهان توسط یک فرد یا یک خانواده اداره می‌شوند که در درجه نخست به نیروی کار خانوادگی تکیه دارند(فائو ۲۰۱۴). در ایران نیز نظام بهره‌بردار خانگی خرده‌مالک شایع‌ترین نظام بهره‌بردار در روستاهای کشور است که در قالب آن خانوارهای روستایی عمدتاً در اراضی نیم تا ۱۰ هکتاری به فعالیت‌های زراعی می‌پردازند(کلانتری و شعبانعلی-فمی ۱۳۸۷). به‌طوری‌که قریب ۸۷/۵ درصد از کل واحد-های بهره‌بردار کشاورزی بازمین را واحدهای بهره‌بردار زیر ۱۰ هکتاری تشکیل می‌دهند که میانگین مساحت آن‌ها حدود ۲/۰۳ هکتار می‌باشد(مرکز آمار ایران ۱۳۹۴). این نظام سهم و نقش نسبتاً بالایی در تأمین معاش روستاییان، اقتصاد روستایی و بهره‌بردار از زمین، تولید و توسعه بخش کشاورزی بر عهده دارد و شناسایی میزان پایداری و تبیین عوامل مؤثر بر پایداری آن، نه تنها موضوع مهم و کلیدی در نیل به توسعه پایدار کشاورزی محسوب می‌شود(عوض‌زاده و کرمی ۱۳۹۴) بلکه ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای تداوم حیات جوامع روستایی به شمار می‌رود.

در اهتمام به پایداری نظام‌های بهره‌بردار کشاورزی پرداختن به مسائل زیست‌محیطی اولویت بی‌بدیلی دارد. در واقع از آنجایی که کشاورزی از دگرگونی محیط زیست در یک زمینه اجتماعی معین شکل یافته است، متغیرهای زیست‌محیطی بایستی به‌عنوان یک موضوع کلیدی برای درک فعالیت‌های کشاورزی به‌کار گرفته شوند. به‌ویژه این‌که جوامع انسانی کم و بیش محیط زیست طبیعی پیشین خود را عمیقاً دگرگون ساخته‌اند و هر محیط زیست دگرگون‌شده و زیرکشت-رفته که در محدودیت‌های اکولوژیکی خاص خود قرار گرفته است، ظرفیت تولیدی خاص خود را دارد. چنانچه همه یا برخی از این محدودیت‌ها پیشی بگیرند، پایداری کشاورزی از بین خواهد رفت و بحران رخ خواهد داد و جوامع را وادار خواهد کرد که یا از مکانی به مکان دیگر حرکت کنند و یا برای بقای خود به توسعه فعالیت‌های

کشاورزی یا کل پایداری نظام‌های کشاورزی را پی می‌گیرند، "انفجار نشانگر" رخ داده است (باکستالر و همکاران ۲۰۰۹) و از این رو فهرست نشانگرها و شاخص‌های موجود برای ارزیابی پایداری بسیار طولانی است (ماجوسکی ۲۰۱۳). بنابراین ضرورت دارد متناسب با ویژگی‌های هر یک از انواع نظام‌های بهره‌برداری کشاورزی، نشانگرهای کلیدی ارزیابی پایداری آن‌ها شناسایی، تدوین و رتبه‌بندی شوند. بدیهی است در این میان شناسایی نشانگرهای سنجش پایداری نظام‌هایی که غلبه بیشتری در کشاورزی کشورها دارند، از اولویت بیشتری نیز برخوردار خواهد بود. بر این اساس و با توجه به اهمیت پایداری زیست‌محیطی نظام‌های بهره‌برداری کشاورزی، هدف کلی پژوهش حاضر شناسایی نشانگرهای مناسب برای سنجش پایداری زیست-محیطی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس، به منظور فراهم‌نمودن نخستین الزامات ارزیابی، هدفگذاری و برنامه‌ریزی برای پایداری آن در کشور است.

در مطالعاتی که به سنجش پایداری نظام‌های بهره‌برداری کشاورزی پرداخته‌اند، از نشانگرهای زیست-محیطی گوناگونی استفاده شده است که به چند نمونه اشاره می‌شود. حسینی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی میزان پایداری اکولوژیکی نظام زراعی خرده‌مالکی از نشانگری همچون میزان مصرف سموم و کودهای شیمیایی به‌ازای هر تن محصول تولیدی و نیز نسبت به هکتار (منفی)، مقدار کود دامی مصرف‌شده در هر تن محصول، درصد اراضی که در آن‌ها تناوب زراعی رعایت می‌شود، نسبت میزان عملیات خاک‌ورزی در یک دوره در هکتار (منفی)، درصد محصول برداشت‌شده با کمباین و درصد شخم برخلاف شیب نسبت به اراضی شیب‌دار استفاده نموده‌اند. مطیعی‌لنگرودی و همکاران (۱۳۸۹) نیز برای بررسی پایداری نظام‌های بهره‌برداری زراعی خانوادگی و تعاونی‌های تولید روستایی، در بعد اکولوژیکی از نشانگرهایی مانند سطح اراضی تحت پوشش تناوب زراعی، میزان مصرف انواع

کودهای شیمیایی (منفی) و حیوانی به‌ازای هر تن محصول تولیدی، مصرف سموم شیمیایی به‌ازای هر تن محصول تولیدی (منفی) استفاده نموده‌اند. مرادی‌نژادی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از ۳۱ شاخص اکولوژیکی کشاورزی پایدار از جمله میزان استفاده از مبارزه تلفیقی برای مبارزه با آفات، میزان تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی به غیرکشاورزی، عمق خاک سطحی، تعداد و تنوع حشرات و میزان قطعه‌قطعه‌شدن اراضی کشاورزی، کشت محصولات متنوع، میزان تبدیل زمین‌های آبی به دیم، میزان برگرداندن کاه و کلش به خاک، میزان سوزاندن کاه و کلش به‌جامانده از محصول، میزان حاصلخیزی خاک مزرعه، میزان رعایت تناوب زراعی و میزان استفاده از کودها و سموم شیمیایی، پایداری اکولوژیکی مزارع برنج را مورد تحلیل قرار داده‌اند. عوض‌زاده و کرمی (۱۳۹۴) نیز در مطالعه‌ای به‌منظور تبیین پایداری نظام‌های بهره‌برداری خرد و دهقانی از نشانگرهایی مانند سطح اراضی غیرقابل‌کشت‌شده در پنج‌سال گذشته، میزان مصرف سموم و علف‌کش‌ها، سطح اراضی زهکشی‌شده، سطح اراضی تسطیح‌شده، سطح اراضی تحت پوشش تناوب زراعی، میزان مصرف کود، میزان خاک‌ورزی، سطح اراضی تحت پوشش آبیاری تحت فشار، سطح اراضی تحت پوشش ارقام زراعی اصلاح‌شده، و میزان مصرف کود نیتراته استفاده کرده‌اند. همچنین مطیعی‌لنگرودی و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه‌ای با هدف تحلیل رابطه پایداری نظام بهره‌برداری خانوادگی و امنیت‌غذایی، نشانگرهای کاهش کیفیت آب، اجرای تناوب زراعی، اجتناب از سوزاندن کاه و کلش به-جامانده از محصول‌ها، آبیاری هنگام صبح و عصر، از بین بردن علف‌های هرز داخل نهرها، مشارکت در ترمیم نهرهای آب و استفاده‌ی اندک از کودهای شیمیایی به‌کار برده‌اند. در مطالعه‌ای که دیلون و همکاران (۲۰۰۷) به-منظور ارزشیابی پایداری کشاورزی در کشور ایتالیا انجام داده‌اند

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر دارای ماهیت اکتشافی و ارزشیابی و در عین حال مبتنی بر رویکرد کمی کیفی بوده و در اجرای آن به اقتضای هر مرحله، از روش‌های کمی و کیفی استفاده شده است. مرحله اول تحقیق، بخش کیفی تحقیق را تشکیل می‌دهد که به‌طور مشخص از تحلیل اسنادی و مصاحبه‌های نیمه‌ساختارمند به منظور شناسایی و استخراج نشانگرهای زیست‌محیطی، استفاده شد.

بخش کمی تحقیق با استفاده از روش دلفی فازی (FDM) در مرحله دوم آغاز می‌شود. در این مرحله با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری و عملیات فازی، داده‌های مقوله‌ای متخصصان به داده‌های شبه عینی تبدیل می‌شوند (عالی‌انوری، کتیبه و شریف‌زاده ۲۰۱۲). لذا می‌توان آن را یک روش‌شناسی آمیخته دانست که از تکنیک سنتی دلفی و نظریه مجموعه فازی مشتق شده (کبیر و سومی ۲۰۱۳) و استفاده از آن بسیار دقیق‌تر از روش دلفی در دنیای واقعی می‌باشد (چنگ و لین ۲۰۰۲). در تحقیق حاضر از این روش به‌منظور تعیین میزان مناسب بودن هر یک از نشانگرهای مستخرج از مطالعات اسنادی و شناسایی انواع مکنون استفاده شد که مراحل اجرای آن را می‌توان به شرح زیر خلاصه نمود:

گام نخست) تشکیل پانل متخصصان: انتخاب متخصصان اغلب با تکنیک‌های نمونه‌گیری غیراحتمالی انجام می‌گیرد (هاسون و همکاران، ۲۰۰۰). در خصوص تعیین اندازه نمونه نیز قواعد سخت‌گیرانه‌ای وجود ندارد و در منابع مکتوب تعداد ۱۰ تا ۱۸ متخصص برای پانل دلفی توصیه شده است (اوکلی و پاولوسکی ۲۰۰۴). از این‌رو در تحقیق حاضر تعداد ۱۵ نفر از متخصصانی که دارای سابقه علمی و پژوهشی یا تجربه کارشناسی و مدیریتی در ارتباط با موضوع تحقیق بوده‌اند با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند مطابق جدول ۱ انتخاب گردیدند.

جهت بررسی تأثیر کشاورزی بر روی اجزای مختلف زیست‌محیطی، ۲۵ نشانگر مانند استفاده از آفت‌کش‌ها، انتشار گازهای متان، آمونیاک، دی‌اکسیدکربن، تعادل نیتروژن، استفاده از مواد مغذی، نظام‌های آبیاری، سطح آبیاری و کشاورزی آلی را در نظر گرفته‌اند. راتو و راجرز (۲۰۰۶) در چارچوب پیشنهادی خود برای ارزیابی پایداری کشاورزی، در بعد زیست‌محیطی، علاوه بر نشانگرها و متغیرهای مترتب به سرمایه طبیعی، نشانگرهای دیگری مانند اضمحلال خاک، تعادل موادغذایی، استفاده از آب‌های زیرزمینی، کیفیت آب، بقایای گیاهی و انتشار کربن را مورد توجه قرار داده‌اند. ماجوسکی (۲۰۱۳) برای اندازه‌گیری و مدل‌سازی پایداری مزارع کشور لهستان، در بعد زیست‌محیطی از متغیرهایی مانند تناسب برنامه کاربردی کودهای آلی، استفاده از سموم شیمیایی، تعادل سالانه عناصر فسفر/پتاسیم/نیتروژن در خاک و شاخص پوشش خاک استفاده نموده است. مطالعه دیگری توسط وانی و همکاران (۲۰۱۴) در کشور اندونزی و با هدف ایجاد و توسعه نشانگرهای کشاورزی پایدار در سطح مزرعه، انجام گرفته است که در آن نشانگرهای زیست‌محیطی با آماده‌سازی زمین، کنترل فرسایش، مدیریت حاصلخیزی و مواد مغذی خاک، استفاده از کود، شدت اشغال زمین، نظام زراعی، کنترل علف‌های هرز، کنترل بیماری‌ها و آفات مرتبط بوده‌اند.

بر مبنای آنچه گفته شد در سنجش پایداری زیست-محیطی نظام‌های بهره‌برداری کشاورزی، نشانگرهای گوناگون و متنوعی در مقوله‌های مختلف معرفی شده‌اند که هدف این تحقیق شناسایی نشانگرهایی است که تناسب بیشتری با ویژگی‌های کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس در کشور از نظر خبرگان داشته باشند تا بر اساس آنها بتوان وضعیت پایداری زیست محیطی این نظام‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته و پیشنهادهای لازم جهت سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی به سازمان‌های ذی‌ربط ارائه گردد.

جدول ۱- ترکیب اعضای گروه دلفی

شغل	حجم نمونه	سطح تحصیلات	فعالیت مرتبط با تحقیق
استاد و هیأت علمی دانشگاه	۷		پژوهش در زمینه کشاورزی پایدار به طور عام
پژوهشگر مرکز تحقیقات کشاورزی	۴	دکتر	و پایداری نظام‌های بهره‌برداري کشاورزی به طور خاص
عضو کارگروه‌های تخصصی نظام بهره‌برداري کشاورزی کشور	۴	دکتر و فوق لیسانس	پژوهش یا تجربه کارشناسی و مدیریتی در زمینه پایداری نظام‌های بهره‌برداري کشاورزی

گام سوم) تبدیل متغیرهای مقوله‌ای به اعداد فازی مثلثی (TFN) (بخش کمی): برای این که مشکلات مترتب به اندیشه‌های فازی و عدم قطعیت کاهش پیدا کنند (وو و فانگ ۲۰۱۱)، ضرورت دارد که بعد از جمع‌آوری نظرات متخصصان، تمامی این متغیرهای مقوله‌ای به عدد فازی مثلثی تبدیل شوند (کمارالزمان و همکاران ۲۰۱۵). برای این منظور می‌توان از طیف‌های فازی رایج نیز استفاده نمود (حبیبی و همکاران ۲۰۱۵) که در این تحقیق طیف فازی مندرج در جدول ۲ مد نظر قرار گرفت

گام دوم) دریافت نظرات متخصصان: در این بخش از تحقیق در مرحله اول به منظور اخذ نظرات متخصصان در بخش کیفی تحقیق، از پرسشنامه نیمه ساختارمند و در مرحله دوم برای امکان کمی سازی نظرات خبرگان در دور دوم و سوم دلفی از پرسشنامه ساختارمند در قالب سوالات بسته پاسخ در قالب طیف لیکرت پنج‌گزینه‌ای (۱= خیلی کم، ۲= کم، ۳= متوسط، ۴= زیاد و ۵= خیلی زیاد) استفاده شد.

جدول ۲- اعداد فازی مثلثی برای مقیاس پنج‌درجه‌ای

بسیار کم اهمیت	کم اهمیت	اهمیت متوسط	مهم	بسیار مهم
(۰، ۰، ۰/۲۵)	(۰، ۰/۲۵، ۰/۵)	(۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵)	(۰/۵، ۰/۷۵، ۱)	(۰/۷۵، ۱، ۱)

مأخذ: (حبیبی و همکاران ۲۰۱۵)

رابطه [۱] 
$$F_{AVE} = \frac{\sum l}{n}, \frac{\sum m}{n}, \frac{\sum u}{n}$$
 گام پنجم) نافازی سازی: برای فراهم نمودن امکان مقایسه وزن‌های فازی با یکدیگر بایستی این اعداد فازی مثلثی را به اعداد قطعی تبدیل نمود (وو و فانگ ۲۰۱۱). برای این منظور می‌توان از روش میانگین اعداد فازی مثلثی که روش ساده‌ای برای نافازی سازی به شمار می‌رود، مطابق رابطه [۲] استفاده کرد (حبیبی و همکاران ۲۰۱۵).

$$F = \frac{L+M+U}{3} \quad \text{رابطه [۲]}$$

گام چهارم) جمع نظرات متخصصان: برای ادغام نظرات متخصصان، رویکردهای مختلفی از جمله میانگین اعداد فازی وجود دارد (وو و فانگ ۲۰۱۱ و ليو ۲۰۱۳). چنانچه نظر هر متخصص به مثابه یک عدد فازی مثلثی (L, M, U) نمایش داده شود، می‌توان میانگین نظرات متخصصان ( $F_{AVG}$ ) را با استفاده از رابطه [۱] محاسبه کرد (حبیبی و همکاران ۲۰۱۵). این میانگین‌ها در واقع نتایج حاصل از وزن‌دهی هر یک از نشانگرها و متغیرها توسط متخصصان هستند که در قالب اعداد فازی بیان شده‌اند.

اما به‌طور معمول آستانه غربالگری را  $0.7$  در نظر می‌گیرند (حبیبی و همکاران، ۲۰۱۵). با در نظر گرفتن عدد نافازی شده  $F$  برای هر نشانگر یا متغیر  $j$  ( $j=1,2,3,\dots,m$ ) و آستانه تعیین شده  $r$ ، عامل  $j$  زمانی انتخاب می‌شود که  $F_j \geq r$  باشد (هسو و همکاران ۲۰۱۰ و لئو ۲۰۱۳).

### نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از مطالعات اسنادی تعداد ۱۵۴ نشانگر پایداری زیست‌محیطی نظام بهره‌برداری کشاورزی شناسایی گردید که با تلفیق و ادغام انواع تکراری و مشابه و نیز ملحوظ نمودن نشانگرهایی که حداقل در دو منبع به‌نوعی مورد اشاره قرار گرفته بودند، تعداد آن‌ها به ۷۳ نشانگر به شرح جدول ۳ تقلیل یافت و با توجه به منابع مورد استناد و توافق نگارندگان در قالب ۱۴ مقوله قرار گرفت. این نشانگرها حاصل از بخش کیفی تحقیق در دوره‌های اول و دوم به قضاوت خبرگان گذاشته شد که نتایج حاصل در جدول ۴ درج گردیده است.

گام ششم) حصول اطمینان از توافق متخصصان : اطمینان از توافق میان متخصصان زمانی حاصل می‌شود که فاصله میانگین نظرات خبرگان در دو دور پی‌درپی مساوی یا کمتر از  $0.2$  باشد. در غیراین صورت باید تا حصول توافق، فرآیند بارها و بارها تکرار گردد (چنگ و لئو ۲۰۰۲). لذا در این تحقیق دوره‌های دوم و سوم دلفی نیز انجام گرفت. با توجه به این‌که توافق بر این است که متخصصان از دور دوم به بعد متأثر از نظرات همکاران خود پاسخ دهند (روی و گاری ۲۰۱۲)، در پرسشنامه دور دوم و سوم ضمن درج نتایج دور قبلی، از متخصصان خواسته شد که میزان تناسب هر یک از نشانگرهای مورد قضاوت در دور نخست و نیز نشانگرهای پیشنهادی دیگر خبرگان را مجدداً در قالب طیف لیکرت پنج‌گزینه‌ای تعیین نمایند. توضیح این‌که در دور سوم فقط نشانگرهای پیشنهادی مجدداً مورد قضاوت قرار گرفت.

گام هفتم) غربالگری : آستانه‌ی غربالگری بر اساس نظر پژوهشگر ممکن است در مطالعات مختلف، متفاوت باشد

جدول ۳- نشانگرهای سنجش پایداری زیست‌محیطی نظام بهره‌برداری خانوادگی کوچک‌مقیاس مستخرج از منابع

مقوله	نشانگر
اقلیم	(En01) میانگین بارندگی و دمای سالانه و تغییرات آن‌ها در چندسال گذشته
منابع ارضی	(En02) نسبت اراضی زراعی مسطح (غیرناهموار) به کل اراضی زراعی، (En03) نسبت اراضی زراعی شیبدار (شیب بالای ۱۵ درجه) به کل اراضی زراعی (منفی)، (En04) نسبت اراضی دارای زهکش به کل اراضی (منفی)، (En05) نسبت اراضی زراعی حاصلخیز به کل اراضی زراعی، (En06) میانگین عمق خاک سطحی یا زراعی، (En07) نسبت اراضی آبی به کل اراضی زراعی، (En08) سرانه زمین زراعی به ازای هر بهره‌بردار، (En09) میانگین تعداد قطعات زمین به‌ازای هر بهره‌بردار (منفی)، (En10) میانگین مساحت زمین زراعی تحت اختیار کشاورز (میانگین اندازه‌ی مزرعه)
منابع آب	(En11) حجم آب زیرزمینی (دبی آب بر حسب لیتر بر ثانیه)، (En12) حجم آب سطحی (دبی آب بر حسب لیتر بر ثانیه)، (En13) نسبت میزان آب در دسترس بهره‌بردار به آب مورد نیاز (کفایت منابع آبی مزرعه)، (En14) سرانه دسترسی به آب (سرانه‌ی آب کشاورزی به ازای هر بهره‌بردار)
تجهیز و نوسازی اراضی	(En15) نسبت اراضی زراعی تسطیح‌شده به کل اراضی زراعی، (En16) نسبت اراضی زراعی زهکشی‌شده به کل اراضی زراعی، (En17) نسبت اراضی زراعی تحت پوشش نهرهای بتنی به کل اراضی زراعی
استفاده از آب و زمین‌های زراعی	(En18) نسبت زمین‌های آبیاری‌شده (مساحت آبیاری) به کل مزرعه، (En19) نسبت سطح زیرکشت محصولات زراعی به کل اراضی زراعی
نظام کشت و تناوب زراعی	(En20) نوع نظام زراعی (سه‌م کل سطح زیرکشت از هر نوع نظام تولید کشاورزی مرسوم، کشاورزی آلی و کشت مخلوط)، (En21) نسبت اراضی زراعی که به چندکشتی اختصاص دارند به کل اراضی زراعی، (En22) نسبت اراضی دارای تناوب زراعی به کل اراضی در هر سال، (En23) نسبت اراضی آیش به کل اراضی زراعی در هر سال

## ادامه جدول ۳

مقوله	نشانگر
کاربرد نهاده‌های زراعی	(En24) میزان مصرف کود آلی (زیستی) در هکتار، (En25) مقدار کود دامی مصرف شده در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی، (En26) نسبت زمین‌های استفاده شده از کود سبز به کل اراضی زیرکشت، (En27) مصرف کمتر کودهای شیمیایی در واحد سطح، (En28) استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی (مصرف بیش از توصیه‌ی کودی) (منفی)، (En29) مقدار کود ازته مصرفی در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی (منفی)، (En30) مقدار کود فسفاته مصرفی در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی (منفی)، (En31) مقدار کود پتاسه مصرفی در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی (منفی)، (En32) نسبت مصرف ریزمغذی‌ها به کل عملکرد یا به ازای هر تن محصول تولیدی، (En33) مقدار آفت‌کش مصرف شده در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی (منفی)، (En34) مقدار علف‌کش مصرف شده در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی (منفی)، (En35) مصرف قارچ‌کش در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی (منفی)، (En36) مصرف کمتر سموم شیمیایی در واحد سطح (نظام کم‌نهاده)، (En37) سطح تحت پوشش ارقام زراعی مناسب اصلاح شده به کل سطح زیرکشت، (En38) نسبت بذر ضد عفونی شده‌ی مصرفی به هر تن بذر مصرفی
کاربرد شیوه‌های نوین زراعی و فناوری سازگار با محیط	(En39) نسبت اراضی زراعی مکانیزه شده به کل اراضی زراعی، (En40) نسبت مکانیزاسیون به کل تولید، (En41) نسبت سطح زیرپوشش سیستم‌های آبیاری تحت فشار به کل اراضی مزروعی آبی، (En42) نسبت میزان خاک‌ورزی در یک دوره به هکتار (منفی)، (En43) نسبت اراضی با کشت بدون شخم به کل اراضی مزروعی، (En44) نسبت استفاده از شخم حداقل به کل اراضی مزروعی، (En45) نسبت شخم عمود بر شیب به کل اراضی شیبدار، (En46) نسبت اراضی شخم زده شده با گاوآهن قلمی یا پنجه‌غازی به کل اراضی، (En47) نسبت اراضی شخم زده شده با گاوآهن برگردان دار به کل اراضی (منفی)، (En48) نسبت اراضی که در آن سیستم خاک‌ورزی-مالچ اجرا می‌شود به کل اراضی، (En49) مساحت تبدیل شده به کشاورزی ارگانیک به کل اراضی مزروعی، (En50) سطح اراضی تحت کنترل شیمیایی (استفاده از مواد شیمیایی) (منفی)، (En51) نسبت زمین‌هایی که در آن تنظیم زمان کاشت و برداشت محصول برای مبارزه با آفات صورت می‌گیرد، (En52) نسبت زمین‌های کنترل شده آفات به روش بیولوژیکی به کل اراضی، (En53) نسبت سطح مبارزه‌ی تلفیقی با آفات مزرعه به کل اراضی، (En54) نسبت سطح مبارزه تلفیقی با بیماری‌های مزرعه به کل اراضی، (En55) نسبت سطح مبارزه تلفیقی با علف‌های هرز به کل اراضی
مدیریت بقایای محصول	(En56) نسبت اراضی که از پسماندهای آن (بقایای محصولات) استفاده می‌شود به کل اراضی، (En57) نسبت اراضی که کاه و کلش به جامانده از برداشت محصول به خاک برگردانده می‌شود به کل اراضی، (En58) نسبت اراضی که کاه و کلش به جامانده از برداشت محصول سوزانده می‌شود به کل اراضی (منفی)
تنوع محصول	(En59) شاخص تنوع محصولات زراعی (یا تنوع کشت)
تغییر کاربری اراضی	(En60) نسبت میزان تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی به غیرکشاورزی در چندسال اخیر (منفی)
از دست دادن و تخریب منابع	(En61) نسبت اراضی غیرقابل کشت شده در چندسال گذشته به کل اراضی مزروعی (منفی)، (En62) نسبت اراضی آبی تبدیل شده به دیم در چند سال گذشته (منفی)، (En63) درصد اراضی شور شده در چندسال گذشته (منفی)، (En64) میانگین فرسایش خاک مزرعه (ناشی از عوامل طبیعی و عملیات کشاورزی و ...) در چندسال گذشته (منفی)، (En65) تعادل سالانه‌ی مواد آلی در خاک (میزان مواد آلی خاک بر حسب تن در هکتار) در چند سال گذشته، (En66) فروکش کردن سطح آب‌های زیرزمینی در چندسال گذشته (منفی)، (En67) کاهش کیفیت آب (افزایش آلودگی و شوری آب) در چند سال گذشته (منفی)، (En68) تغییر وضعیت تنوع زیستی (تعداد گونه‌های گیاهی زراعی، مرتعی و ... کاهش یافته در منطقه در چندسال گذشته) (منفی)، (En69) سطح اراضی که در چند سال گذشته آفات و بیماری‌های گیاهی طغیان کرده‌اند (منفی)، (En70) سطح اراضی که در چند سال گذشته علف‌های هرز طغیان کرده‌اند (منفی)
آسیب پذیری نسبت به بلایای طبیعی	(En71) وقوع بلایای طبیعی (زلزله، سیل، طوفان، آتش سوزی طبیعی، بروز گردوغبار، و ...) در چندسال گذشته (منفی)، (En72) خشکسالی‌های مداوم (تعداد بروز خشکسالی در چند سال اخیر) (منفی)
تغییر در اندازه‌ی مزرعه	(En73) روند تقطیع مالکیت‌ها و کوچک شدن اراضی در چند سال اخیر (منفی)
منابع: حیاتی و کریمی (۱۳۷۸)؛ قنبری و نوری زمان آبادی (۱۳۸۷)؛ ازکیا و فیروز آبادی (۱۳۸۷)؛ علی بیگی و بابلی (۱۳۸۷)؛ کلانتری و همکاران (۱۳۸۸)؛ مرادی نژاد و همکاران (۱۳۸۸)؛ حسن شاهی و همکاران (۱۳۸۸)؛ هجرتی و افشاری (۱۳۸۹)؛ شریف زاده و همکاران (۱۳۹۰)؛ داودی و مقصودی (۱۳۹۰)؛ بدری و همکاران (۱۳۹۰)؛ طالب و همکاران (۱۳۹۱)؛ بسحاق و همکاران (۱۳۹۱)؛ کوچکی و همکاران (۱۳۹۲)؛ عنابستانی و همکاران (۱۳۹۲)؛ پاپ زن و گراوندی (۱۳۹۳)؛ امینی و همکاران (۱۳۹۴)؛ عبدالله زاده و همکاران (۱۳۹۴)؛ عوض زاده و کریمی (۱۳۹۴)؛ خسروزادیان و همکاران (۱۳۹۵)؛ مطیعی لنگرودی و همکاران (۱۳۹۵)؛ یوان ای پی (۲۰۰۵)؛ راثو و راجرز (۲۰۰۶)؛ دیلون و همکاران (۲۰۰۷)؛ اومیلانله (۲۰۰۷)؛ ماجوسکی (۲۰۱۳)؛ داویدا و تامسون (۲۰۱۴)؛ گلاشویلی و همکاران (۲۰۱۴)؛ آسگوا و همکاران (۲۰۱۴)؛ آرنس پریتو (۲۰۱۵)؛ وینتر و همکاران (۲۰۱۶)	



جدول ۴- میزان مناسب بودن نشانگرهای سنجش پایداری زیست‌محیطی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس

فاصله‌ی میانگین دور اول و دوم	میانگین نافازی شده دور دوم	میانگین فازی مثلثی دور دوم			میانگین نافازی شده دور اول	میانگین فازی مثلثی دور اول			کد نشانگر
		( L )	( M )	( U )		( L )	( M )	( U )	
۰/۰۴	۰/۷۵۶	( ۰/۵۶	۰/۷۹	۰/۹۲ )	۰/۷۱۲	( ۰/۵۲	۰/۷۵	۰/۸۷ )	En01
۰/۰۲	۰/۶۸۵	( ۰/۴۶	۰/۷۰	۰/۸۹ )	۰/۶۶۱	( ۰/۴۶	۰/۶۸	۰/۸۴ )	En02
۰/۰۰	۰/۵۳۶	( ۰/۳۰	۰/۵۴	۰/۷۷ )	۰/۵۳۶	( ۰/۳۴	۰/۵۴	۰/۷۳ )	En03
۰/۱۳	۰/۴۸۸	( ۰/۲۵	۰/۴۸	۰/۷۳ )	۰/۶۱۳	( ۰/۳۹	۰/۶۳	۰/۸۲ )	En04
۰/۰۲	۰/۷۵۶	( ۰/۵۵	۰/۷۹	۰/۹۳ )	۰/۷۳۲	( ۰/۵۴	۰/۷۷	۰/۸۹ )	En05
۰/۰۱	۰/۶۶۱	( ۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۸۹ )	۰/۶۴۹	( ۰/۴۱	۰/۶۶	۰/۸۸ )	En06
۰/۰۰	۰/۷۸۰	( ۰/۵۵	۰/۸۰	۰/۹۸ )	۰/۷۸۰	( ۰/۵۷	۰/۸۲	۰/۹۵ )	En07
۰/۰۸	۰/۷۳۲	( ۰/۵۰	۰/۷۵	۰/۹۵ )	۰/۶۵۵	( ۰/۴۳	۰/۶۸	۰/۸۶ )	En08
۰/۰۸	۰/۵۴۲	( ۰/۳۲	۰/۵۵	۰/۷۵ )	۰/۶۱۹	( ۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۸۰ )	En09

ادامه جدول ۴- میزان مناسب بودن نشانگرهای سنجش پایداری زیست‌محیطی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس

فاصله‌ی میانگین دور اول و دوم	میانگین نافازی شده دور دوم	میانگین فازی مثلثی دور دوم			میانگین نافازی شده دور اول	میانگین فازی مثلثی دور اول			کد نشانگر
		( L )	( M )	( U )		( L )	( M )	( U )	
۰/۱۳	۰/۷۸۶	( ۰/۵۷	۰/۸۲	۰/۹۶ )	۰/۶۶۱	( ۰/۴۶	۰/۶۸	۰/۸۴ )	En10
۰/۰۰	۰/۸۰۴	( ۰/۶۱	۰/۸۶	۰/۹۵ )	۰/۸۰۴	( ۰/۶۳	۰/۸۶	۰/۹۳ )	En11
۰/۰۱	۰/۷۲۰	( ۰/۵۲	۰/۷۷	۰/۸۸ )	۰/۷۳۲	( ۰/۵۴	۰/۷۷	۰/۸۹ )	En12
۰/۰۷	۰/۸۰۴	( ۰/۶۱	۰/۸۶	۰/۹۵ )	۰/۷۳۸	( ۰/۵۵	۰/۷۹	۰/۸۸ )	En13
۰/۰۷	۰/۸۱۵	( ۰/۶۱	۰/۸۶	۰/۹۸ )	۰/۷۵۰	( ۰/۵۵	۰/۷۹	۰/۹۱ )	En14
۰/۱۵	۰/۵۰۰	( ۰/۲۹	۰/۵۰	۰/۷۱ )	۰/۶۴۹	( ۰/۴۵	۰/۶۶	۰/۸۴ )	En15
۰/۰۲	۰/۶۷۹	( ۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۹۱ )	۰/۶۶۰	( ۰/۴۶	۰/۶۷	۰/۸۵ )	En16
۰/۰۰	۰/۵۸۹	( ۰/۳۶	۰/۵۹	۰/۸۲ )	۰/۵۸۹	( ۰/۳۸	۰/۵۹	۰/۸۰ )	En17
۰/۰۵	۰/۷۱۴	( ۰/۵۰	۰/۷۳	۰/۹۱ )	۰/۶۶۷	( ۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۸۸ )	En18
.	.	( .	.	. )	.	( .	.	. )	.
.	.	( .	.	. )	.	( .	.	. )	.
.	.	( .	.	. )	.	( .	.	. )	.
۰/۱۰	۰/۶۷۳	( ۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۸۹ )	۰/۵۷۲	( ۰/۳۵	۰/۶۲	۰/۸۰ )	En60
۰/۰۳	۰/۷۰۲	( ۰/۴۶	۰/۷۱	۰/۹۳ )	۰/۶۷۲	( ۰/۴۵	۰/۵۸	۰/۷۸ )	En61
۰/۰۷	۰/۶۹۶	( ۰/۴۶	۰/۷۰	۰/۹۲ )	۰/۶۲۸	( ۰/۴۲	۰/۶۰	۰/۷۷ )	En62
۰/۰۲	۰/۶۶۷	( ۰/۴۵	۰/۶۸	۰/۸۸ )	۰/۶۴۴	( ۰/۴۷	۰/۷۰	۰/۸۷ )	En63
۰/۰۳	۰/۷۲۰	( ۰/۵۲	۰/۷۵	۰/۸۹ )	۰/۷۵۰	( ۰/۵۵	۰/۶۳	۰/۸۳ )	En64
۰/۰۶	۰/۶۹۰	( ۰/۴۶	۰/۷۰	۰/۹۱ )	۰/۶۳۳	( ۰/۴۳	۰/۶۷	۰/۸۰ )	En65
۰/۱۰	۰/۶۱۹	( ۰/۴۱	۰/۶۴	۰/۸۰ )	۰/۷۱۷	( ۰/۵۲	۰/۷۸	۰/۹۲ )	En66
۰/۰۶	۰/۷۷۶	( ۰/۵۸	۰/۸۱	۰/۹۴ )	۰/۷۱۱	( ۰/۵۲	۰/۶۵	۰/۸۲ )	En67
۰/۰۳	۰/۷۳۲	( ۰/۵۲	۰/۷۵	۰/۹۳ )	۰/۷۰۰	( ۰/۵۰	۰/۷۷	۰/۸۷ )	En68
۰/۰۰	۰/۶۹۶	( ۰/۴۵	۰/۷۰	۰/۹۵ )	۰/۶۹۴	( ۰/۴۸	۰/۷۵	۰/۸۷ )	En69
۰/۰۱	۰/۶۶۱	( ۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۸۹ )	۰/۶۵۶	( ۰/۴۳	۰/۷۳	۰/۸۷ )	En70
۰/۰۲	۰/۶۶۱	( ۰/۴۳	۰/۶۶	۰/۸۹ )	۰/۶۸۵	( ۰/۴۸	۰/۷۲	۰/۸۸ )	En71
۰/۰۶	۰/۷۱۴	( ۰/۵۰	۰/۷۳	۰/۹۱ )	۰/۶۵۰	( ۰/۴۷	۰/۶۷	۰/۸۷ )	En72
۰/۰۸	۰/۶۹۶	( ۰/۴۸	۰/۷۱	۰/۸۹ )	۰/۶۱۹	( ۰/۴۱	۰/۷۱	۰/۸۶ )	En73

نشانگر "سرانه زمین زراعی به ازای هر بهره‌بردار" همپوشانی داشته و به جای آن منظور نمودن "میانگین مساحت قطعات اراضی مزروعی هر بهره‌بردار" به دلیل این‌که هر قطعه زمین زراعی، مزرعه‌ای با ویژگی‌های متفاوتی به لحاظ منابع آب و خاک، نوع محصول و فعالیت‌های زراعی باشد، نشانگر مناسب‌تری به شمار می‌رود.

همچنین در دور نخست کیفی دلفی تعداد ۷ نشانگر از سوی پائل متخصصان پیشنهاد گردید که پس از بررسی و حذف موارد مشابه به ۳ مورد تقلیل پیدا کرد (جدول ۵). میزان تناسب این نشانگرها در بخش دوم کمی تحقیق در قالب پرسشنامه‌ای ساختارمند در دوره‌های دوم و سوم توسط خبرگان تعیین شد که نتایج آن در جدول ۶ آمده است. توضیح این‌که به اعتقاد اعضای گروه دلفی نشانگر "میانگین مساحت زمین زراعی تحت اختیار کشاورز" با

جدول ۵- نشانگرهای پایداری زیست‌محیطی پیشنهادی از سوی اعضای گروه دلفی

کد	نشانگر
En74	نسبت خسارات ناشی از سرمازدگی و یخبندان در مورد اراضی واقع در مناطق مرطوب (منفی)
En75	میزان آلودگی خاک به آلاینده‌ها و سموم (منفی)
En76	میزان تغییرات در حقایقه‌ها و هزینه‌های استفاده از آب‌های زیر زمینی و سطحی

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۶- میزان مناسب بودن نشانگرهای پیشنهادی متخصصان

برای سنجش پایداری زیست‌محیطی نظام بهره‌برداری زراعی خانوادگی کوچک-مقیاس

کد نشانگر	میانگین فازی مثلی		میانگین نافازی شده	
	دور دوم (L, M, U)	دور سوم (L, M, U)	دور دوم	فاصله‌ی میانگین دور دوم و سوم
En74	(۰/۲۵, ۰/۴۴, ۰/۶۷)	(۰/۲۳, ۰/۴۰, ۰/۶۳)	۰/۴۵۵	۰/۰۴
En75	(۰/۴۲, ۰/۶۳, ۰/۸۳)	(۰/۴۸, ۰/۷۰, ۰/۹۰)	۰/۶۲۸	۰/۰۷
En76	(۰/۵۰, ۰/۷۳, ۰/۹۰)	(۰/۵۳, ۰/۷۵, ۰/۹۳)	۰/۷۰۸	۰/۰۳

منبع: یافته‌های تحقیق

دارند. همچنین با توجه به آستانه غربالگری ۰/۷ تعداد ۲۸ نشانگر در قالب ۱۰ مقوله به شرح جدول ۷ برای سنجش پایداری زیست‌محیطی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس شناسائی شدند.

بر مبنای نتایج مندرج در جداول ۴ و ۶، فاصله میانگین فازی‌زدایی شده نشانگرها در دو دور متوالی کمتر از ۰/۲ می‌باشد و می‌توان گفت که متخصصان در خصوص میزان تناسب آن‌ها برای سنجش پایداری نظام بهره‌برداری کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس توافق

## جدول ۷- نشانگرهای پایداری زیست‌محیطی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس در ایران

ردیف	مقوله	نشانگر
۱	اقلیم	۱-۱ میانگین بارندگی و دمای سالانه و تغییرات آن‌ها در چندسال گذشته
۲	منابع ارضی (زمین‌های زراعی)	۱-۲ نسبت اراضی زراعی حاصلخیز به کل اراضی زراعی ۲-۲ نسبت اراضی آبی به کل اراضی زراعی ۳-۲ سرانه زمین زراعی به ازای هر بهره‌بردار ۴-۲ میانگین مساحت قطعات زمین‌های زراعی تحت اختیار کشاورز(میانگین اندازه‌ی مزرعه)
۳	منابع آب	۱-۳ حجم آب زیرزمینی (دبی آب بر حسب لیتر بر ثانیه)، ۲-۳ حجم آب سطحی(دبی آب بر حسب لیتر بر ثانیه)، ۳-۳ نسبت میزان آب در دسترس بهره‌بردار به آب مورد نیاز(کفایت منابع آبی مزرعه) ۴-۳ سرانه دسترسی به آب (سرانه‌ی آب کشاورزی به ازای هر بهره‌بردار)
۴	استفاده از آب	۱-۴ نسبت زمین‌های آبیاری‌شده (مساحت آبیاری) به کل مزرعه ۲-۴ میزان تغییرات در حقایق‌ها و هزینه‌های استفاده از آب‌های زیر زمینی و سطحی
۵	نظام کشت	۱-۵ نوع نظام زراعی(سهم کل سطح زیرکشت از هر نوع نظام تولید کشاورزی مرسوم، کشاورزی آلی و کشت مخلوط)، ۲-۵ نسبت اراضی زراعی که به چنندکشتی اختصاص دارند به کل اراضی زراعی

## ادامه جدول ۷- نشانگرهای پایداری زیست‌محیطی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس در ایران

ردیف	مقوله	نشانگر
۶	کاربرد نهاده‌های زراعی	۱-۶ مقدار کود دامی مصرف‌شده در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی ۲-۶ استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی(مصرف بیش از توصیه‌ی کودی) (منفی) ۳-۶ مقدار کود ازته مصرفی در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی(منفی) ۴-۶ مقدار کود فسفاته مصرفی در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی (منفی) ۵-۶ نسبت مصرف ریزمغذی‌ها به کل عملکرد یا به ازای هر تن محصول تولیدی ۶-۶ مقدار آفت‌کش مصرف‌شده در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی (منفی) ۷-۶ مقدار علف‌کش مصرف‌شده در هکتار یا به ازای هر تن محصول تولیدی (منفی) ۸-۶ مصرف کمتر سموم شیمیایی در واحد سطح(نظام کم‌نهاده)
۷	کاربرد فناوری نوین	۱-۷ سطح زیرپوشش سیستم‌های آبیاری تحت فشار به کل اراضی مزروعی آبی
۸	مدیریت بقایای محصول	۱-۸ نسبت اراضی که کاه و کلش به‌جامانده از برداشت محصول سوزانده می‌شود به کل اراضی(منفی)
۹	از دست دادن و تخریب منابع	۱-۹ نسبت اراضی غیرقابل‌کشت‌شده در چندسال گذشته به کل اراضی مزروعی(منفی) ۲-۹ میانگین فرسایش خاک مزرعه(ناشی از عوامل طبیعی و عملیات کشاورزی و ...) در چندسال گذشته(منفی) ۳-۹ کاهش کیفیت آب(افزایش آلودگی و شوری آب) در چند سال گذشته(منفی) ۴-۹ تغییر وضعیت تنوع زیستی(تعداد گونه‌های گیاهی زراعی، مرتعی و ... کاهش‌یافته در منطقه در چندسال گذشته)(منفی)
۱۰	وقوع بلایای طبیعی	۱-۱۰ خشکسالی‌های مداوم(تعداد بروز خشکسالی در چند سال اخیر) (منفی)

منبع: یافته‌های تحقیق

خرد(مزرعه) تا کلان(ملی و بین‌المللی) انجام‌پذیر است، در این تحقیق کوشش بر آن بوده تا نشانگرهایی که امکان کاربرد آن‌ها برای سنجش پایداری در سطح نظام بهره‌برداری کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس در مناطق روستائی مختلف کشور وجود دارد، شناسایی و معرفی گردند. حتی با این‌که برخی نشانگرها به ویژه آن-هایی که در قالب دو مقوله اقلیم و وقوع بلایای طبیعی معرفی شده‌اند، مربوط به سطوح بالاتر از نظام بهره‌برداری کشاورزی می‌باشند، اما با توجه به ماهیت فعالیت‌های کشاورزی که مؤثر و متأثر از عوامل زمینه‌ای و محیطی هستند، این‌گونه نشانگرها را نیز می‌توان در سطح نظام‌های بهره‌برداری کشاورزی منظور داشت.

نکته قابل‌توجه دیگر این‌که نشانگرهای شناسایی شده در این تحقیق علی‌رغم تناسب نزدیک با ویژگی‌های کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس از نظر خبرگان، به‌طور منطقی از اهمیت یکسانی در مناطق مختلف کشور برخوردار نمی‌باشند. لذا پیشنهاد می‌شود پژوهشگران پیش از کاربرد این نشانگرها، میزان اهمیت آن‌ها را متناسب با ویژگی‌های کشاورزی خانوادگی در منطقه مورد مطالعه به روش‌های مقتضی تعیین نمایند. همچنین یادآوری می‌نماید نشانگرها علاوه بر کاربردی که در سنجش پایداری نظام‌های خانوادگی کوچک مقیاس جهت ارائه راهکارهای کاربردی تقویت پایداری این نظام‌ها دارند، می‌توانند چارچوبی نیز برای سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه در آینده فراهم می‌آورند.

با توجه به جایگاه و نقش نظام بهره‌برداری کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس در پایداری بخش کشاورزی و تداوم حیات جامعه روستایی کشور پیشنهاد می‌شود که سازمان‌ها و نهادهای ذی‌ربط در طراحی و تدوین سیاست‌ها و برنامه‌های خود، از نشانگرهای شناسایی شده در این مطالعه که از اجماع نظر متخصصان دانشگاهی و سازمان‌های تحقیقاتی و اجرایی حاصل شده است، استفاده نمایند.

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود تمامی نشانگرهای زیست‌محیطی شناسائی شده به صورت کمی قابل محاسبه می‌باشند. همچنین قریب به اتفاق آن‌ها در ارتباط با فعالیت‌های زراعی هستند که به‌طور مستقیم در سنجش پایداری زراعی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس در مناطق روستائی کشور کاربرد دارند. این امر با توجه به این‌که زراعت عمده‌ترین فعالیت تولیدی کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس به شمار می‌رود، از ابتدای تحقیق نیز مد نظر بوده است. از سوی دیگر اعضای پنل دلفی در خصوص مناسب بودن سه نشانگر "سرانه دسترسی به آب کشاورزی به ازای هر بهره‌بردار"، "حجم آب زیرزمینی" و "نسبت میزان آب در دسترس بهره‌بردار به آب مورد نیاز" در سنجش پایداری نظام بهره‌برداری کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس بالاترین توافق را داشته‌اند که خود مبین اهمیت پرداختن به مسائل مترتب به آب کشاورزی در پایداری این نظام می‌باشد. البته بی‌تردید شناسایی ۲۸ نشانگر مناسب برای سنجش پایداری زیست‌محیطی نظام بهره‌برداری کشاورزی خانوادگی کوچک-مقیاس به معنای نفی مطلق امکان کاربرد دیگر نشانگرهای فهرست‌شده در این تحقیق، به ویژه انواعی که میانگین فازی‌زدایی شده آن‌ها فاصله بسیار اندکی با آستانه غربالگری ۰/۷ دارند، نیست. به‌عنوان مثال میانگین فازی‌زدایی شده اوزان اختصاص‌یافته به تعدادی از نشانگرها مانند "نسبت سطح زیرکشت محصولات زراعی به کل اراضی زراعی"، "نسبت اراضی آبی تبدیل شده به دیم در چند سال گذشته(منفی)"، "سطح اراضی که در چندسال گذشته آفات و بیماری‌های گیاهی طغیان کرده‌اند(منفی)"، "میزان آلودگی خاک به آلاینده‌ها و سموم(منفی)"، "روند تقطیع مالکیت‌ها و کوچک‌شدن اراضی در چندسال اخیر"، فاصله‌ای کمتر از ۰/۱ با آستانه غربالگری ۰/۷ داشته‌اند و محققان می‌توانند متناسب با موضوع تحقیق، این نشانگرها را مد نظر قرار دهند.

گفتنی است از آنجایی که پایداری کشاورزی یک مقوله چندبعدی بوده و سنجش آن در سطوح

## منابع مورد استفاده

- Abdollahzadeh G, Sharifzadeh MS and Khajeshahkahi A, 2015. Evaluation and Comparison of Sustainability Levels of Rice Production in Sari County. *Journal of Space Economic and Rural Development*, 4(13) : 111-135. (In Persian).
- Aalianvari A, Katibeh H and Sharifzadeh M, 2012. Application of Fuzzy Delphi AHP Method for the Estimation and Classification of Ghomrud Tunnel from Groundwater Flow Hazard. *Arab Journal Geosciences*, 5 : 275-284.
- Alibeygi AH and Baboli M, 2008. Evaluation of Agricultural Sustainability of Wheat Farmers in Sarpol-e-Zahab County, DSR Model. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 39(1) : 111-122. (In Persian).
- Altieri MA and Koohafkan P, 2008. *Enduring Farms: Climate Change, Smallholders and Traditional Farming Communities*. Third World Network. Penang, Malaysia.
- Amini A, Nouri SA and AslaniSangdeh B, 2015. Evaluation of Rice Production Sustainability Using Multi Criteria Decision Making Methods: The case of Rezvanshahr County. *Iran Agricultural Extension and Education Journal*, 11(1) : 101-126 (In Persian).
- Annabestani A, Shayan H, Shamsaddini R, Taghilou A and Zarei A, 2013. Evaluating Economic Sustainability in Rural Areas Using Linear Assignment Technique of Multi-criteria Decision Making Method (Case Study: Jafarabad Section, Qom Province). *Journal if Geography and Environmental Studies*, 1(4) : 118-140. (In Persian).
- Arenes Prieto E, 2015. *Evaluating the Sustainability and Food Security of Peasant Farming Systems in the Mesoamerican Highlands*. Thesis Doctoral. Universidad Politenica De Madrid, Departamento De Produccion Agraria, Escuela Tecnica Superior De Ingenieros Agronomos. Madrid, Spain.
- Avazzadeh SA and Karami A, 2015. Explaining Sustainability of Agricultural Exploitation System: The Case of Operating Family Farming Operating in the Central District of Boyer-Ahmad County. *Rural Development Strategies*, 3(1): 27-41. (In Persian).
- Asogwa BC, Abu O and Ochoche GE, 2014. Analysis of Peasant Farmers' Access to Agricultural Credit in Benue State, Nigeria. *British Journal of Economics, Management & Trade*, 4(10): 1525-1543.
- Azkiya M and Firouzabadi SA, 2008. Investigation of Social Capital in a Variety of Farming Systems and Factors Affecting the Conversion of Peasant Farming to Cooperatives. *Journal of Social Sciences Letter*, 1: 77-98. (In Persian).
- Badri SD, Eftekhari AR, Salmani M and Behmand D, 2011. The Role of Family Farming System on Sustainable Rural Development (Case Study: Ghir & Karzin County - Fars Province). *Human Geographry Research Quarterly*, 42(4) : 33-48. (In Persian).
- Beshaq MR, Taghdissi A and Tossi R, 2012. Analysis and Evaluation the Sustainability of Agricultural System (Case Study: Rural Areas of Central District of Minoudasht Township). *Journal of Research and Rural Planning*, 1(2): 113-130 (In Persian).
- Bockstaller C, Guichard L, Keichinger O, Girardin P, Galan MB and Gaillard G, 2009. Comparison of Methods to Assess the Sustainability of Agricultural Systems : A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 29 : 223-235. Available at : [www.agronomy-journal.org](http://www.agronomy-journal.org)
- Cheng CH and Lin Y, 2002. Evaluating the Best Main Battle Tank Using Fuzzy Decision Theory With Linguistic Criteria Evaluation. *European Journal of Operational Research*. 142: 174-186
- Davidova S & Thomson K, 2014. *Family Farming in Europe : Challenges and Prospects*. European Union. Available at : <http://www.europarl.europa.eu/studies>

- Davoudi H and Maghsoudi T, 2011. Analysis of Potato Growers' Knowledge about Sustainable Agriculture in Shushtar Township. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research. 42(2) : 265-274. (In Persian).
- Diazabakana A, Latruffe L, Bockstaller C, Desjeux Y, Finn J, Kelly E, Ryan M and Uthes S, 2014. A Review of Farm Level Indicators of Sustainability with a Focus on CAP and FADN. European Commission's 7th Framework Programme. Available at: [www.flint-fp7.eu/downloads/reports/ FLINT%20WP1%20D1\\_2.pdf](http://www.flint-fp7.eu/downloads/reports/FLINT%20WP1%20D1_2.pdf)
- Dillon EJ, Hennessy TC, Hynes S, Garnache C, and Commins V, 2007. Measuring the Sustainability of Agriculture. Rural Economy Research Centre (RERC) Working Paper 07-WP-RE-01, Irish Agriculture and Food Development Authority (Teagasc). Dublin/Galway, Ireland.
- Dixon JL, Stringer LC and Challinor AJ, 2014. Farming System Evolution and Adaptive Capacity: Insights for Adaptation Support. Resources.3:182-214. Available at: [www.mdpi.com/journal/resources](http://www.mdpi.com/journal/resources)
- EEA, 2006. Integration of Environment into EU Agriculture Policy — the IRENA Indicator-based Assessment Report. European Environment Agency. Copenhagen, Denmark.
- FAO, 1999. Guidelines for Agrarian Systems Diagnosis. Land Tenure Service, Rural Development Division, Sustainable Development Department, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- FAO, 2014. The State of Food and Agriculture (Innovation in family farming). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy.
- Garner E and De La O Campos AP, 2014. Identifying the "Family Farm": An Informal Discussion of the Concepts and Definitions. Food and Agriculture Organization of the United Nations, ESA Working Paper.14-10. Rome, Italy.
- Ghanbari Y and Nouri SH, 2008. Comparing Farming Systems with Respect to Their Access to Rural Development Indicators: A Case Study of Isfahan Province of Iran. Village and Development, 10(4) : 39-66. (In Persian).
- Gelashvili S, Kochlamazashvili I, Katsia I and Mamardashvili P, 2014. The Role of Family Farming in the Sustainable Development of the Agricultural Sector and Poverty Reduction in Georgia. Swiss Agency for Development and Cooperation SDC. Tbilisi, Georgia.
- Habibi A, Firouzi Jahantigh F and Sarafrazi A, 2015. Fuzzy Delphi Technique for Forecasting and Screening Items. Asian Journal of Research in Business Economics and Management, 5(2): 130-143.
- Hasanshahi H, Irvani H and Kalantari K, 2009. An Assessment of the of Levels of Farming System Sustainability among Wheat Growing Farmers in Agricultural Production Cooperatives (Fars Province). Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research, 2: 135-143. (In Persian).
- Hasson F, Keeney S and Mckenna H, 2000. Research Guidelines for the Delphi Survey Technique. Journal of Advanced Nursing. 32(4) : 1008-1015.
- Hayati D and Karami E, 1999. Factors Influencing Sustainable Agricultural Knowledge and Sustainability of Farming Systems: A Case Study in Fars Province. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 3(2): 21-34. (In Persian).
- Hejrati M and Afshari M, 2011. The Role of Land Ownership in Rural Development (Case Study: Paein Rokh Village, Torbat Heidarieh). 1: 123-136. (In Persian).
- Hosseini SM, Kalantari K and Naderi Mahdiei K, 2007. Investigation of Ecological Sustainability of Malagolian Agricultural System in Salehabad-Hamedan. Iranian Journal of Agriculture Science, 2: 91-98. (In Persian).
- Hsu YL, Lee CH and Kreng VB, 2010. The application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in Lubricant Regenerative Technology Selection. Expert Systems with Applications, 37: 419-425.

- Ittersum MV, Ewert F and Giller K, 2007. Integrated Assessment of Farming Systems. Farming Systems Design 2007, An International Symposium on Methodologies on Integrated Analysis on Farm Production Systems. Catania, Sicily, Italy. Pp: 6-7.
- Kabir G and Sumi RS, 2013. Integrating Fuzzy Delphi with Fuzzy Analytic Hierarchy Process for Multiple Criteria Inventory Classification. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 3(1): 22-34.
- Kalantari K and ShabanaliFami H. 2008, Agricultural Development Economics. Publication of Payam e Noor. (In Persian).
- Kalantari K, Asadi A and Choubchian S, 2009. Compilation and Validation of Sustainable Development Indicators for Rural Areas. *Urban and Regional Studies and Research*, 1(2): 69-86. (In Persian)
- Kamarulzaman N, Jomhari N, Raus NM and MohdYusoff MZ, 2015. Applying the Fuzzy Delphi Method to Analyze the user Requirement for user Centred Design Process in Order to Create Learning Applications. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(32): 1-7.
- Khosrozadyan M, Ghanian M and Abdesahi A, 2016. Prioritization of Agricultural Exploitation Systems for Behbahan Township Based on the Model of Sustainable Livelihoods. *Journal of Co-operation and Agriculture*, 5(19) : 143-166. (In Persian).
- Koochehi A, Nassiri Mahallati M, Moradei R and Mansoori H, 2014. Assessing Sustainable Agriculture Development Status in Iran and Offering of Sustainability Approaches. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 23(4) : 179-197. (In Persian).
- Liu WK, 2013. Application of the Fuzzy Delphi Method and the Fuzzy Analytic Hierarchy Process for the Managerial Competence of Multinational Corporation Executives. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 3(4): 313-317.
- Majewski E, 2013. Measuring and Modelling Farm Level Sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 2(1): 2-10.
- Moradinejad H, Vahedi M and Moradinejad K, 2009. An Analysis of Ecological Sustainability of Rice Farms in Shirvan Chardavol County from the Viewpoints of Farmers. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2-40(3) : 117-126. (In Persian).
- Motiei Langroudi SH, Rezvani M, Faraji Sabokbar H and Khajeh Shahkouhi A. 2010, Analysis of Sustainability of Family and Rural Production Cooperative Farming Systems (Case Study: Agh-Ghala Township: Golestan Province). *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 2-41(3) : 323-333. (In Persian).
- Motiei Langroudi SH, Souri F and Cheraghi M, 2016. Stability Analysis of the Relationship between Family Farming Systems and Food Security in Ghani-Bigloo Rural Areas, Zanjan. *Human Geography Research Quarterly*, 48(1) : 197-209. (In Persian)
- Ness B, Urbel-Piirsalu E, Anderberg S and Olsson L, 2006. Categorising Tools for Sustainability Assessment. *Ecological Economics*, 60: 498-508. Available at : [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- Okoli C and Pawlowski SD, 2004. The Delphi Method as a Research Tool: An Example, Design Considerations and Applications. *Information and Management*, 42(1) : 15-29.
- Omobolanle OL, 2007. Socio-economic Conditions of Peasant Farmers: The Case of Agricultural Technologies' Sustainability in Southwest Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3 (5): 678-684.
- Pacini GC, Groot JCJ, Bacigalupe F, Vazzana C and Dogliotti S, 2010. Systematic Evaluation of Indicator Sets for Farming System Diagnosis and Design. 9th European IFSA Symposium. Vienna, Austria. Pp. 861-871.
- Papzan Ah and Geravandi S, 2014. Analyzing Vulnerability of Family Farming System in Kermanshah Province, Case Study of Wheat Farmers. *Rural Development Strategies*, 1(3) : 79-94. (In Persian).

- Rao NH and Rogers PP, 2006. Assessment of Agriculture Sustainability. *Current Science*. 91(4) : 439-448. Available at : [www.iisc.ernet.in/currsci/aug252006/439.pdf](http://www.iisc.ernet.in/currsci/aug252006/439.pdf)
- Roy TK and Garai A, 2012. Intuitionistic Fuzzy Delphi Method: More Realistic and Interactive Forecasting Tool. *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*, 18(2) : 37-50.
- Sharifzadeh A, Asadi A and Sharifi M, 2011. Impact-Oriented Evaluation in Sustainable Development : A Guide for Monitoring and Evaluation of Rural Development Projects. Tehran Academic Jihad Publications. Tehran, Iran. (In Persian)
- Statistical Center of Iran, 2015. Detailed Results of the General Agricultural Census of the Whole Country - 1393. Management and Planning Organization. Tehran, Iran. (In Persian).
- Taleb M, Ebrahimipour M and Salmanvandi Sh, 2012. Analyzing the Human and Technical Factors that Affect the Level of Intensive Cultivation in the Household Farming System (Case study: the Household Farming of Kermanshah). *Journal of Rural Research*, 3(9) : 147-176. (In Persian)
- UNEP, 2005. Handbook on Integrated Assessment of Trade-related Measures : The Agriculture Sector. United Nations Environment Programme. Genova, Italy. Available at: <https://www.unpei.org/.../Handbook-Integrated-Assess-Trade-Measur...>
- Waney NFL, Soemarno, Yuliaty Y and Polii B, 2014. Developing Indicators of Sustainable Agriculture at Farm Level. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7(2): 42-53.
- Winter M, Lobley M, Chiswell H, Howe K, Wilkinson T and Wilson P, 2016. Is There a Future for the Small Family farm in the UK? Report to The Prince's Countryside Fund. Prince's Countryside Fund. London, UK.
- Wu CH & Fang WC, 2011. Combining the Fuzzy Analytic Hierarchy Process and the Fuzzy Delphi Method for Developing Critical Competences of Electronic Commerce Professional Managers. *Quality and Quantity*, 45: 751-768.