

# بررسی پایداری اقتصادی و زیست محیطی معیشت عشایر استان فارس با استفاده از منطق فازی سامانه غزالی و منصور زیبایی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۳۰

## چکیده

در سال‌های اخیر، معیشت عشایر با اختلال‌های بیرونی مانند خشکسالی، تغییر اقلیم و تخریب مرتع‌ها رو به رو شده است. از آنجاکه تغییرپذیری‌های اقلیمی، خدمات بوم سامانه‌ای را که عشایر به آن وابسته هستند تحت فشار قرار می‌دهند، بنابراین برای کمک به عشایر برای حفظ معیشت خود به ابزارهای کارآمدی نیاز است. در این راستا، چارچوب معیشت پایدار می‌تواند در بررسی زمینه، راهبردها و پیامدهای معیشتی، مساعدت کند. هدف این پژوهش بررسی پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از اتخاذ راهبردهای معیشتی مختلف در جامعه‌های عشایری استان فارس با استفاده از سامانه نتیجه‌گیری فازی (FIS) است. بر مبنای نظرسنجی از ۳۹۳ خانوار عشایری قشقایی، که از طریق روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چند مرحله‌ای گزینش شده‌اند، دامداری سنتی به‌عنوان الگوی معیشت پایه برای عشایر می‌باشد و ارتباط اقتصادی و فرهنگی خود را با عشایر حفظ کرده است. یافته‌های پژوهش نشان داد که شیوه‌ی معیشت مبتنی بر دامداری سنتی منجر به وضعیت اقتصادی فقیر برای خانوارها و شرایط زیست‌محیطی ناپایدار برای مرتع‌های طبیعی می‌شود. درحالی‌که کاهش سهم درآمد دامداری و افزایش علوفه مصرفی سرانه، کاهش فقر و بهبود کیفیت مرتع‌ها را به دست می‌آورد. نتایج مدل فازی طراحی شده گویای این است که دستیابی به پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی مشروط به ترکیب درست و بهینه دارایی‌های معیشتی است.

طبقه‌بندی JEL: P48، Q24، Q56.

واژه‌های کلیدی: تخریب مرتع‌ها، پایداری اقتصادی، زیست محیطی، استراتژی معیشت، عشایر قشقایی.

<sup>۱</sup> به ترتیب: دانش‌آموخته دکتری (نویسنده مسئول) و استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز.

## مقدمه

معیشت اصلی عشایر مبتنی بر فعالیت دامداری سنتی در خاورمیانه و منطقه‌های شمالی آفریقا می‌باشد (Githu, 2020; Yang et al., 2019; Zhang et al., 2020)، که ۳۴٪ کل اراضی در آن ناحیه‌ها را مرتع‌های طبیعی تشکیل می‌دهند (World Bank, 2019). با این حال، حدود ۶۱٪ مرتع‌ها در خاورمیانه و شمال آفریقا دارای کیفیت متوسط و پایین هستند (World Bank, 2019). در حالی که فعالیت دامداری سنتی دارای تاثیرهای مثبت بر معیشت عشایر و پرورش دام است، اما مرتع‌های طبیعی و شیوه‌ی معیشت متکی بر منابع طبیعی به دلیل اختلال‌های بیرونی مانند تغییر اقلیم تحت فشار قرار دارند (Boero et al., 2015). افزایش دما، کاهش بارندگی، و افزایش بارها و شدت خشکسالی منجر به کاهش تولید علوفه، تخریب مرتع، و آسیب‌پذیری این شیوه‌ی معیشت سنتی در منطقه‌های خشک و نیمه خشک می‌شود (Karimi et al., 2018; Safaei et al., 2018). انتظار بر این است که اثرگذاری‌های زیانبار خشکسالی‌های پیاپی ناشی از تغییر اقلیم شدت یابد. همچنین، پیش‌بینی می‌شود که تغییر اقلیم باعث کاهش دسترسی به آب و تغییر پوشش گیاهی در منطقه‌های خشک و نیمه خشک خاورمیانه و شمال آفریقا شود (IPCC, 2014) و در نتیجه تغییرپذیری‌های شایان توجهی در سامانه‌های پرورش دام مرتعی رخ دهد. افزون بر این، تغییر کیفیت منبع‌های مرتعی ممکن است سبک زندگی عشایر از جمله کوچ‌نشینی و کاربری زمین را تحت تاثیر قرار دهد (Karimi et al., 2018; Tsegaye et al., 2013).

حساسیت سامانه‌های دامداری سنتی نسبت به تنوع و تغییر اقلیم به واسطه فعالیت‌های بشری افزایش یافته است (Cao et al., 2019; Jamsranjav et al., 2018). وابستگی زیاد خانوارهای عشایر به مرتع‌های طبیعی و بهره‌برداری ناپایدار آنها به صورت چرای بیش از حد منجر به تخریب شایان توجه این منابع طبیعی و گسترش بیابان‌زایی در منطقه‌های خشک و نیمه خشک شده است (Farimani et al., 2017). به عنوان مثال، نرخ بهره‌برداری مرتع‌ها در ایران در حدود ۲/۲ برابر بیشتر از ظرفیت تحمل مرتع‌های طبیعی است (FRW, 2016)، که منجر به چالش‌های زیادی در بسیاری منطقه‌های عشایری شده است. وجود خطرهای اقلیمی و نااقلیمی نیاز به استفاده انعطاف‌پذیر از سامانه‌های دامداری را نشان می‌دهد. برخی عشایر سعی کرده‌اند انعطاف-پذیری خود را از طریق معیشت مبتنی بر تنوع فعالیتی حفظ کنند. ترکیب فعالیت دامداری

### بررسی پایداری اقتصادی... ۹۱

سنتی با فعالیتهای کشاورزی و غیرکشاورزی به عنوان یک راهبرد معیشتی می تواند هم از مرتع-های طبیعی و هم از شیوهی زندگی جامعه های عشایر در کشورهای در حال توسعه حفاظت کند (Farimani et al., 2017; Tsegaye et al., 2013; Yan et al., 2010; Yang et al., 2019).

چارچوب های تحلیلی مختلف برای بررسی تصمیم خانوار برای تنوع راهبردهای معیشتی وجود دارد. به منظور افزایش دانش در زمینه گزینه های معیشتی عشایر، چارچوب معیشت پایدار در این بررسی استفاده شده است. این چارچوب مفهومی شامل سه جزء دارایی، راهبرد، و پیامد می باشد (Ellis, 2000). بر مبنای این چارچوب، راهبرد معیشتی خانوارهای عشایری تحت تاثیر دارایی ها متشکل از دارایی های طبیعی، فیزیکی، مالی، انسانی، و اجتماعی قرار دارد (Carr, 2014). شمار زیادی از بررسی ها در کشورهای در حال توسعه به بررسی نقش دارایی ها بر گزینش راهبرد معیشتی پرداختند (Karimi et al., 2018; Keshavarz et al., 2017; Porro et al., 2015; Soltani et al., 2012; Tilahun et al., 2016; Tuyen et al., 2014; Zhang et al., 2020). بررسی ها نشان داده اند که خانوارها بذاته برای تامین معاش خود به دارایی های طبیعی وابسته هستند (Keshavarz et al., 2014; Martin et al., 2014; Shah et al., 2013). در حالی که برخی بررسی های دیگر به نقش دارایی های مالی و انسانی در شکل گیری معیشت خانوار اشاره کرده اند (Davis & Lopez-Carr, 2014; Hua et al., 2017). افزون بر این، گزینش راهبرد معیشتی توسط عشایر منجر به پیامدهای معیشتی مانند افزایش یا کاهش درآمد و رفاه خانوار، و استفاده پایدار یا ناپایدار مرتع ها می شود (Ellis, 2000).

برای افزایش انعطاف پذیری عشایر که در معرض خطرهای اقلیمی و نااقلیمی قرار دارند، لازم است برنامه ها و سیاست های هدفمند با به کارگیری مفهوم های دارایی، راهبرد، و پیامد معیشتی تنظیم گردند. علی رغم مطالعات زیادی که در زمینه آسیب پذیری معیشتی نسبت به تغییر اقلیم و چارچوب معیشت پایدار در کشورهای در حال توسعه انجام شده است (e.g., Hua et al., 2017; Keshavarz et al., 2014; Tilahun et al., 2016; Zhang et al., 2020)، اما بیشتر بررسی ها بر خانوارهای کشاورز تمرکز کرده اند و اطلاعات در مورد معیشت عشایر در کشورهای در حال توسعه کافی نیستند. افزون بر این، بررسی در زمینه های راهبردهای معیشتی عشایر تحت خطرهای اقلیمی و نااقلیمی کم یا ناکافی است. بدون اطلاعات دقیق، بهبود رفاه عشایر و انعطاف پذیری آنان در برابر خطرهای اقلیمی و نااقلیمی بسیار دشوار است. از سوی دیگر، پژوهش هایی به بررسی راهبردهای معیشتی و تاثیرات آن بر انعطاف پذیری خانوار پرداختند. با این حال، هنوز این موضوع مشخص نیست که انتظارات از پایداری اقتصادی و زیست محیطی تا چه اندازه از طریق

راهبردهای معیشتی تامین می‌شود. در این راستا، این بررسی با هدف تعیین تاثیرهای دارایی‌ها و راهبردهای معیشتی بر وضعیت اقتصادی عشایر و شرایط زیست‌محیطی مرتع‌ها انجام شد.

### روش تحقیق

برای بررسی پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی بر مبنای دارایی‌ها و راهبردهای معیشتی در آغاز با استفاده از الگوریتم درخت واره تصمیم، قاعده‌های مناسب استخراج شدند. در ادامه، این قاعده‌ها فازی‌سازی شد و در سامانه نتیجه‌گیری فازی (FIS<sup>۱</sup>) استفاده شد. لازم به یادآوری است، که متغیرهای ورودی و خروجی سامانه نتیجه‌گیری فازی مبتنی بر ممدانی باید پیوسته باشند، یا متغیرهای ناپیوسته‌ای باشند که دارای ارزش‌های ترتیبی هستند. بدین ترتیب، ارزش‌های ترتیبی این متغیرهای پیوسته و ناپیوسته می‌توانند به ارزش‌های زبانی فازی تبدیل شوند (Agresti, 2002; Jodoin et al., 2006). در این بررسی، متغیر راهبرد معیشتی یک متغیر ناپیوسته است که دارای ارزش‌های غیر ترتیبی (متغیر اسمی) می‌باشد. بنابراین برای در نظر گرفتن متغیر راهبردهای معیشتی در سامانه نتیجه‌گیری فازی از دو متغیر پیوسته جایگزین، مشتمل بر سهم دامداری از درآمد کل و علوفه مصرفی سرانه استفاده شد.

### سامانه نتیجه‌گیری فازی (FIS)

منطق فازی می‌تواند وضعیت اقتصادی عشایر و شرایط زیست‌محیطی مرتع‌های آنها را به‌عنوان خروجی‌های مدل بر اساس ورودی‌های مشخص، مشتمل بر دارایی‌های خانوار و راهبردهای معیشتی، پیش‌بینی کند (Porro et al., 2015; Soltani et al., 2012; Tilahun et al., 2016; Tuyen et al., 2014). از آنجاکه دارایی اجتماعی متغیر دوتایی است و ارزش‌های دارایی مالی دارای تنوع‌پذیری پایین هستند، بنابراین سه دارایی (دارایی انسانی، دارایی طبیعی و دارایی فیزیکی) برای ورود به سامانه نتیجه‌گیری فازی انتخاب شدند این متغیرها، پیوسته با تنوع‌پذیری بالایی می‌باشند. همچنین، جدول (۱) صورت متغیرهای در نظر گرفته شده در سامانه فازی و توضیح‌های مربوط به آنها را نشان می‌دهد.

<sup>۱</sup> Fuzzy Inference System

## بررسی پایداری اقتصادی... ۹۳

جدول (۱) متغیرهای لحاظ شده در سامانه فازی  
Table (1) Variables included in the fuzzy system

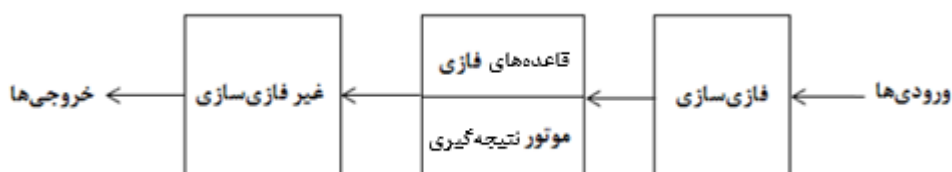
| توضیحات<br>Explanation                        | متغیر<br>Variable       | عامل معیشتی<br>Livelihood factor |
|---|-------------------------|----------------------------------|
| نسبت درآمد دامداری به کل درآمد سالیانه خانوار | سهم دامداری از درآمد کل | راهبرد معیشتی                    |
| میزان علوفه مکمل تهیه شده توسط خانوار         | علوفه مصرفی سرانه       | دارایی معیشتی †                  |
| تحصیلات سرپرست خانوار                         | دارایی انسانی           |                                  |
| شمار اعضای خانوار در سن کار                   |                         |                                  |
| شرکت در کلاس‌های آموزشی و ترویجی              |                         |                                  |
| مالکیت زمین زراعی                             | دارایی طبیعی            |                                  |
| مالکیت باغ                                    |                         |                                  |
| مجوز بهره‌برداری از مرتع (انفرادی یا مشاع)    |                         |                                  |
| شمار ماشین‌های خانوار                         | دارایی فیزیکی           |                                  |
| شمار کل دام خانوار                            |                         |                                  |
| درصدی از درآمد خانوار بالای خط فقر            | وضعیت اقتصادی           | پیامد معیشتی ††                  |
| درصدی از دام‌های خانوار بیش از پروانه چرا     | شرایط زیست‌محیطی        |                                  |

† دارایی‌های معیشتی با به کارگیری تحلیل عامل مشترک محاسبه شدند. در واقع دارایی انسانی از سه مولفه اصلی تحصیلات سرپرست خانوار، شمار اعضای خانوار، و شرکت در کلاس‌های آموزشی و ترویجی، دارایی طبیعی از سه مولفه اصلی مالکیت زمین زراعی، مالکیت باغ، و مجوز بهره‌برداری از مرتع، و دارایی فیزیکی از دو مولفه اصلی شمار ماشین‌ها، و شمار دام محاسبه شدند.

†† پیامدهای معیشتی با استفاده از شاخص تعادل  $[(X - X^s) / X^s] \times 100$  محاسبه شدند که در آن X نشانگر شرایط موجود (درآمد خانوار و شمار دام خانوار) و  $X^s$  نشانگر شرایط مبنا (خط فقر نسبی در نمونه و شمار مجاز دام خانوار بر مبنای پروانه چرا) می‌باشند.

منبع: یافته‌های پژوهش

سامانه نتیجه‌گیری فازی اغلب نهاده‌ها و ستانده‌های مدل را توسط چهار واحد، به صورت شکل (۱) اجرایی می‌کند (Jodoin et al., 2006; Van den Berg, 2004).



شکل (۱) نمایش سامانه نتیجه‌گیری فازی

Figure (1) The fuzzy inference system

واحد اول) فازی‌سازی: ارزش متغیرهای ورودی و خروجی را به ارزش‌های زبانی تبدیل می‌کند.  
واحد دوم) قاعده‌های فازی: مجموعه قواعد "اگر ... آن گاه" را در بر می‌گیرد.

واحد سوم) موتور نتیجه‌گیری: برای اجرای استدلال فازی، مجموعه ورودی‌های فازی‌سازی شده با قواعد فازی را ترکیب می‌کند.

واحد چهارم) غیرفازی‌سازی: ارزش‌های زبانی برای خروجی‌های مدل را به میزان‌های حقیقی تبدیل می‌کند.

برای فازی‌سازی متغیرهای ورودی و خروجی سامانه نتیجه‌گیری فازی از ارزش‌های زبانی استفاده شده است. این ارزش‌های زبانی برای هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌های سامانه در جدول (۲) آورده شده است.

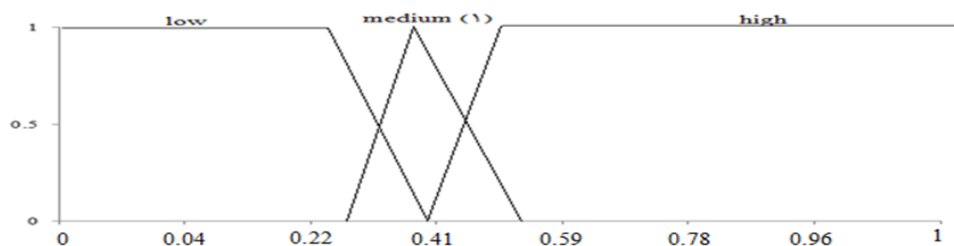
جدول (۲) تعریف ارزش‌های زبانی برای متغیرهای نهاده و ستانده  
Table (2) Definition of linguistic values for input and output variables

| ارزش‌های زبانی<br>Linguistic value                  | متغیر<br>Variable       |                |
|---|-------------------------|----------------|
| (کم، متوسط، زیاد)                                   | دارایی انسانی           | نهاده‌های مدل  |
| (کم، متوسط، زیاد)                                   | دارایی طبیعی            |                |
| (کم، متوسط، زیاد)                                   | دارایی فیزیکی           |                |
| (کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد)                        | سهم دامداری از درآمد کل |                |
| (کم، متوسط، زیاد، خیلی زیاد)                        | علوفه مصرفی سرانه       |                |
| (غیر فقیر، به نسبت فقیر، فقیر، خیلی فقیر)           | وضعیت اقتصادی خانوار    | ستانده‌های مدل |
| (پایدار، به نسبت ناپایدار، ناپایدار، خیلی ناپایدار) | شرایط زیست‌محیطی مراتع  |                |

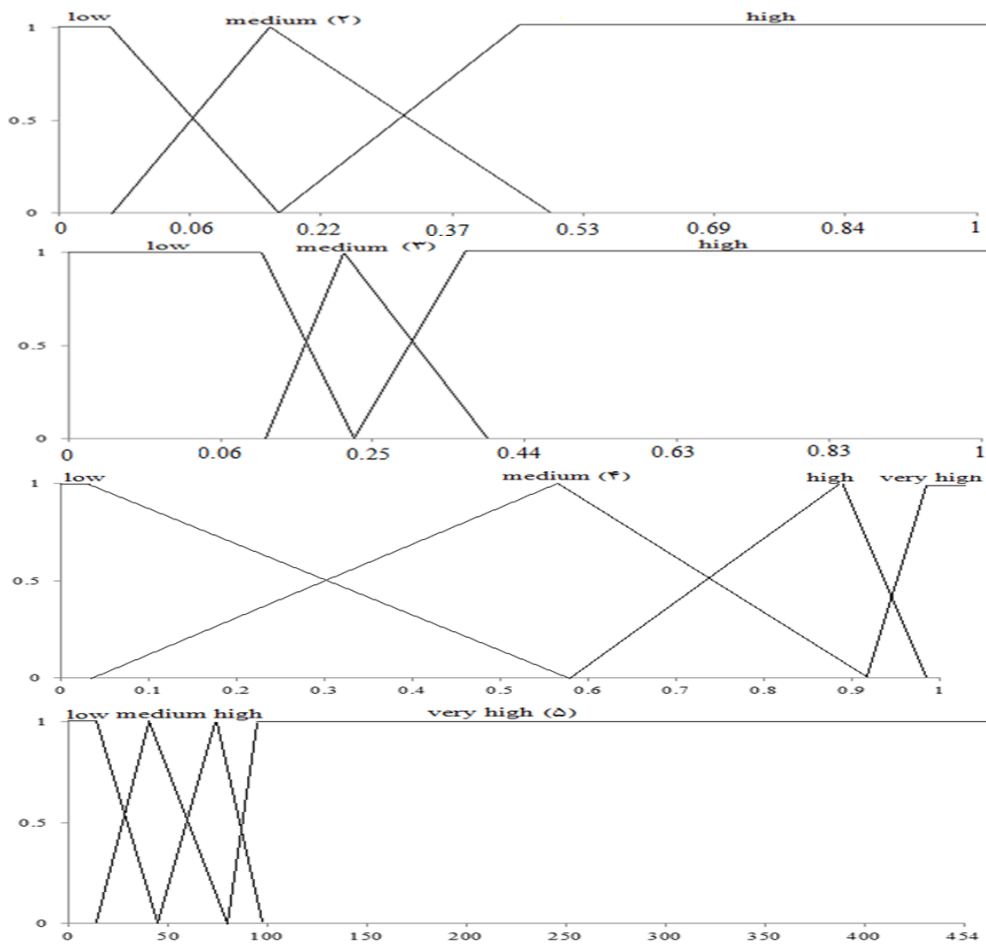
Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

برای ساخت تابع‌های عضویت از هر دو نوع تابع‌های عضویت مثلثی و ذوزنقه‌ای استفاده شده است. همچنین، گزینش محدوده برای هر یک از ارزش‌های زبانی در متغیرهای ورودی و خروجی با به کارگیری الگوریتم درخت واره تصمیم انجام شده است. به‌گونه‌ای که فراوانی داده‌ها در محدوده‌های مختلف تا حدودی متناسب هستند. شکل (۲) تابع‌های عضویت برای متغیرهای ورودی سامانه نتیجه‌گیری فازی را نشان می‌دهد.



بررسی پایداری اقتصادی... ۹۵



شکل (۲) تابع‌های عضویت برای (۱) دارایی انسانی، (۲) دارایی طبیعی، (۳) دارایی فیزیکی، (۴) سهم دامداری از درآمد کل و (۵) علوفه مصرفی سرانه

**Figure (2) Membership functions for (1) human assets, (2) natural assets, (3) physical assets, (4) livestock share of total income, and (5) per capita forage consumption**  
 همچنین، جدول (۳) گزینش محدوده برای هر یک از ارزش‌های زبانی در متغیرهای خروجی، مشتمل بر وضعیت اقتصادی و شرایط زیست‌محیطی را نشان می‌دهد.

جدول (۳) گزینش محدوده برای ارزش‌های زبانی در متغیرهای خروجی  
 Table (3) Select the range for linguistic values in the output variables

| متغیر<br>Variable   | ارزش زبانی<br>Linguistic<br>value | محدوده<br>Range                            | شمار خانوار<br>Household<br>number | درصد فراوانی<br>Frequency<br>percentage |
|---------------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|---|
| وضعیت اقتصادی       |                                   |  |                                    |   |
|                     | غیر فقیر                          | $0 \leq \text{وضعیت اقتصادی} < 0.29$       | 155                                | 39.44                                   |
|                     | به نسبت فقیر                      | $0.29 \leq \text{وضعیت اقتصادی} < 0.59$    | 79                                 | 20.10                                   |
|                     | فقیر                              | $0.59 \leq \text{وضعیت اقتصادی} < 0.77$    | 74                                 | 18.83                                   |
|                     | خیلی فقیر                         | $0.77 \leq \text{وضعیت اقتصادی} < 1$       | 85                                 | 21.63                                   |
| شرایط<br>زیست‌محیطی |                                   |  |                                    |   |
|                     | پایدار                            | $0 \leq \text{شرایط زیست‌محیطی} < 0.03$    | 158                                | 40.20                                   |
|                     | به نسبت ناپایدار                  | $0.03 \leq \text{شرایط زیست‌محیطی} < 0.11$ | 79                                 | 20.10                                   |
|                     | ناپایدار                          | $0.11 \leq \text{شرایط زیست‌محیطی} < 0.20$ | 77                                 | 19.60                                   |
|                     | خیلی ناپایدار                     | $0.20 \leq \text{شرایط زیست‌محیطی} < 1$    | 79                                 | 20.10                                   |

Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

منطق فازی می‌تواند همه قاعده‌های زبان‌شناسی اولیه برای مدل فازی را ترکیب‌بندی کند. برای مثال، یک قاعده زبانی فازی به صورت کلی زیر نمایش داده شده است:

"اگر دارایی انسانی متوسط، دارایی طبیعی کم، دارایی فیزیکی کم، سهم دامداری از درآمد کل زیاد و علوفه مصرفی سرانه متوسط باشد، آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار غیر فقیر و شرایط زیست‌محیطی مرتع پایدار است"

در این بررسی شمار کل قواعد، به صورت رابطه زیر محاسبه شده است:

"شمار ارزش‌های زبانی دارایی انسانی  $\times$  شمار ارزش‌های زبانی دارایی طبیعی  $\times$  شمار ارزش‌های زبانی دارایی فیزیکی  $\times$  شمار ارزش‌های زبانی سهم دامداری از درآمد کل  $\times$  شمار ارزش‌های زبانی علوفه مصرفی سرانه"

از آنجاکه لحاظ همه‌ی قاعده‌های فازی در این بررسی بسیار وقت‌گیر است، از الگوریتم درخت واره تصمیم برای استخراج قواعد مناسب استفاده شده است. برای استخراج قاعده‌های مناسب با به کارگیری الگوریتم درخت واره تصمیم، از بسته نرم‌افزاری SPSS Modeler 18.0 استفاده شد. همچنین سامانه نتیجه‌گیری فازی (FIS) در بسته نرم‌افزاری MATLAB اجرا شد.



### روش نمونه‌گیری و منابع‌های گردآوری داده‌ها

با توجه به اینکه جامعه‌ی عشایری شامل واحدهایی (ایل، طایفه، تیره) است و هر واحد مجموعه‌ای از خانوارهاست، روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چند مرحله‌ای برای تعیین حجم نمونه استفاده شد. بر مبنای این روش، به ترتیب ایل نمونه، طایفه‌های نمونه، تیره‌های نمونه و در نهایت خانوارهای نمونه گزینش شد. همچنین، برای تعیین حجم نمونه در هر مرحله نمونه‌گیری، روش تصادفی ساده با توجه به رابطه (۱) به کار رفته است (Scheaffer et al., 2012):

$$n = \frac{Nq(1 - q)}{(N - 1)D + q(1 - q)} \quad (1)$$

که در آن  $n$  حجم نمونه در مراحل مختلف نمونه‌گیری،  $N$  حجم جامعه در مرحله‌های مختلف نمونه‌گیری،  $q$  درصدی از خانوارهای عشایری در مرحله‌های مختلف نمونه‌گیری که دارای فعالیت‌های سازگار با تغییر اقلیم (فعالیت‌های غیرکشاورزی) هستند و دامنه خطا،  $10\%$  درصد (که بر مبنای آن  $D = B^2/4$  به دست آمد) در نظر گرفته شده است.

### نتایج و بحث

در آغاز برای استخراج قاعده‌های مناسب از الگوریتم درخت واره تصمیم استفاده شد. قاعده‌های مناسب استخراج شده از مدل درخت واره تصمیم در سامانه نتیجه‌گیری فازی به کار برده شده است. نتایج قاعده‌های استخراج شده برای وضعیت اقتصادی خانوار و شرایط زیست‌محیطی مرتع‌ها با استفاده از الگوریتم درخت واره تصمیم در جدول (۴) آورده شده است. از مجموع ۲۵ قاعده به دست آمده، شمار ۱۴ قاعده مربوط به وضعیت اقتصادی و شمار ۱۱ قاعده مربوط به شرایط زیست‌محیطی است. در مقابل هر قاعده دو معیار اطمینان و پشتیبانی آورده شده است. به عنوان نمونه، قاعده شماره یک دارای ۱۰۰ درصد اطمینان بوده و توسط شش خانوار نمونه پشتیبانی شده است. بیشترین و کمترین معیار اطمینان برای قاعده‌های استخراج شده به ترتیب برابر با ۱۰۰ و ۳۵ درصد بوده است. همچنین، بیشترین و کمترین معیار پشتیبانی آنها به ترتیب برابر با ۱۲۵ و شش خانوار بوده است.

به طور مثال، قاعده شماره یک نشان می‌دهد اگر  $0/14 >$  دارایی انسانی  $\geq 0/21$  و دارایی طبیعی  $\geq 0/02$  و  $0/09 >$  دارایی فیزیکی  $\geq 0/55$  و  $0/90 >$  سهم دامداری از درآمد کل آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار، غیر فقیر است.

جدول (۴) قواعد‌های به دست آمده برای وضعیت اقتصادی و شرایط زیست‌محیطی بر مبنای الگوریتم درخت واره تصمیم  
**Table (4) The rules for economic status and environmental conditions based on the decision tree algorithm**

| معیار ارزیابی<br>Evaluation criteria | قاعده‌های استخراج شده<br>Extracted rules  | شماره<br>Number |
|--------------------------------------|---|-----------------|
| (6, 100%)                            | اگر $0.14 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.21$ و $0.02 \geq \text{دارایی طبیعی} \geq 0.09$ و $0.09 > \text{دارایی فیزیکی} \geq 0.55$ و $0.90 > \text{سهام دامداری از درآمد آن}$<br>گاه وضعیت اقتصادی خانوار: غیر فقیر                                  | 1               |
| (22, 68%)                            | اگر $0.21 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.40$ و $0.02 \geq \text{دارایی طبیعی} \geq 0.09$ و $0.09 > \text{دارایی فیزیکی} \geq 0.55$ و $0.90 > \text{سهام دامداری از درآمد و}$<br>علوفه مصرفی سرانه $\geq 96.55$ آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: غیر فقیر | 2               |
| (23, 74%)                            | اگر $0.53 \geq \text{دارایی انسانی}$ و $0.17 > \text{دارایی طبیعی} \geq 0.32$ و $0.09 > \text{دارایی فیزیکی}$ و علوفه مصرفی سرانه $\geq 105.88$ آن گاه<br>وضعیت اقتصادی خانوار: غیر فقیر  | 3               |
| (7, 71%)                             | اگر $0.46 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.48$ و $0.32 > \text{دارایی طبیعی} \geq 0.49$ و $0.09 > \text{دارایی فیزیکی}$ آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: غیر<br>فقیر   | 4               |
| (8, 63%)                             | اگر $0.53 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.55$ و $0.64 > \text{دارایی طبیعی}$ و سهم دامداری از درآمد $\geq 0.99$ و علوفه مصرفی سرانه $\geq 88.89$ آن گاه<br>وضعیت اقتصادی خانوار: غیر فقیر   | 5               |
| (18, 78%)                            | اگر $0.53 > \text{دارایی انسانی}$ و $0.99 > \text{سهام دامداری از درآمد و}$ علوفه مصرفی سرانه $\geq 74.83$ آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: غیر<br>فقیر   | 6               |
| (10, 90%)                            | اگر $0.53 > \text{دارایی انسانی}$ و $0.64 \geq \text{دارایی طبیعی}$ و $98.45 > \text{علوفه مصرفی سرانه}$ آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: غیر فقیر  | 7               |
| (6, 67%)                             | اگر $0.21 \geq \text{دارایی انسانی}$ و $0.32 > \text{دارایی طبیعی}$ و $0.21 > \text{دارایی فیزیکی}$ $\geq 0.37$ آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: به نسبت فقیر   | 8               |
| (7, 86%)                             | اگر $0.55 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.67$ و $0.49 \geq \text{دارایی طبیعی}$ و $0.51 \geq \text{سهام دامداری از درآمد}$ $\geq 0.99$ و علوفه<br>مصرفی سرانه $\geq 88.89$ آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: به نسبت فقیر                                  | 9               |

بررسی پایداری اقتصادی... ۹۹

ادامه‌ی جدول (۴) قاعده‌های به دست آمده برای وضعیت اقتصادی و شرایط زیست‌محیطی بر مبنای الگوریتم درخت وارده تصمیم

Continius Table (4) The rules for economic status and environmental conditions based on the decision tree algorithm

| شماره<br>Number | قاعده‌های استخراج شده<br>Extracted rules   | معیار ارزیابی<br>Evaluation criteria |
|-----------------|--|--------------------------------------|
| 10              | اگر $0.55 >$ دارایی انسانی و $0.49 \geq$ دارایی طبیعی و $0.51 \geq$ دارایی فیزیکی و سهم دامداری از درآمد $\geq 0.99$ و $62.50 >$ علوفه مصرفی سرانه $\geq 88.89$ آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: به نسبت فقیر    | (7, 71%)                             |
| 11              | اگر $0.55 >$ دارایی انسانی و $0.49 >$ دارایی طبیعی و سهم دامداری از درآمد $\geq 0.26$ و علوفه مصرفی سرانه $\geq 88.89$ آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: به نسبت فقیر   | (24, 37%)                            |
| 12              | اگر دارایی انسانی $\geq 0.53$ و $0.47 >$ دارایی طبیعی و دارایی فیزیکی $\geq 0.09$ و سهم دامداری از درآمد $\geq 0.21$ آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: فقیر   | (43, 35%)                            |
| 13              | اگر $0.48 >$ دارایی انسانی $\geq 0.53$ و $0.32 >$ دارایی طبیعی $\geq 0.49$ و $0.09 >$ دارایی فیزیکی آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: فقیر  | (14, 50%)                            |
| 14              | اگر دارایی انسانی $\geq 0.14$ و دارایی طبیعی $\geq 0.02$ و $0.22 >$ دارایی فیزیکی $\geq 0.50$ و سهم دامداری از درآمد آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: خیلی فقیر  | (13, 46%)                            |
| 15              | اگر دارایی انسانی $\geq 0.31$ و دارایی فیزیکی $\geq 0.56$ آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: پایدار   | (125, 45%)                           |
| 16              | اگر $0.37 >$ دارایی انسانی $\geq 0.56$ و $0.17 >$ دارایی طبیعی $\geq 0.49$ و دارایی فیزیکی $\geq 0.09$ و سهم دامداری از درآمد $\geq 0.56$ و علوفه مصرفی سرانه $\geq 46$ آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: پایدار | (8, 63%)                             |
| 17              | اگر $0.31 >$ دارایی انسانی $\geq 0.46$ و $0.46 >$ دارایی فیزیکی و سهم دامداری از درآمد $\geq 0.56$ و $46 >$ علوفه مصرفی سرانه $\geq 76.6$ آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: پایدار                               | (8, 100%)                            |
| 18              | اگر $0.31 >$ دارایی انسانی $\geq 0.56$ و $0.60 >$ سهم دامداری از درآمد $\geq 0.75$ و $43.75 >$ علوفه مصرفی سرانه آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: پایدار  | (12, 75%)                            |

ادامه‌ی جدول (۴) قاعده‌های به دست آمده برای وضعیت اقتصادی و شرایط زیست‌محیطی بر مبنای الگوریتم درخت وارده تصمیم

Continous Table (4) The rules for economic status and environmental conditions based on the decision tree algorithm

| معیار ارزیابی<br>Evaluation criteria | قاعده‌های استخراج شده<br>Extracted rules  | شماره<br>Number |
|--------------------------------------|---|-----------------|
| (12, 75%)                            | اگر $0.31 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.40$ و $0.17 \geq \text{دارایی طبیعی} \geq 0.80$ و $\text{سهام دامداری از درآمد} > 39.39$ و $\text{علوفه مصرفی سرانه} \geq 222.22$ آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: پایدار  | 19              |
| (14, 93%)                            | اگر $0.31 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.66$ و $0.17 > \text{دارایی طبیعی} \geq 0.32$ و $0.36 \geq \text{دارایی فیزیکی} \geq 0.80$ و $\text{سهام دامداری از درآمد و علوفه مصرفی سرانه} \geq 222.22$ آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: پایدار                       | 20              |
| (13, 93%)                            | اگر $0.31 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.66$ و $0.32 > \text{دارایی طبیعی}$ و $\text{سهام دامداری از درآمد} \geq 0.92$ و $58.39 > \text{علوفه مصرفی سرانه} \geq 135.71$ آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: پایدار   | 21              |
| (8, 63%)                             | اگر $0.31 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.66$ و $0.32 > \text{دارایی طبیعی}$ و $\text{سهام دامداری از درآمد} > 0.80$ و $0.92 \geq \text{علوفه مصرفی سرانه} \geq 58.39$ آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: به نسبت ناپایدار   | 22              |
| (7, 71%)                             | اگر $0.31 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.37$ و $0.17 > \text{دارایی طبیعی}$ و $\text{سهام دامداری از درآمد} \geq 0.56$ و $46 \geq \text{آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: ناپایدار}$   | 23              |
| (21, 48%)                            | اگر $0.37 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.56$ و $0.49 > \text{دارایی طبیعی} \geq 0.79$ و $0.79 \geq \text{دارایی فیزیکی} \geq 0.09$ و $\text{سهام دامداری از درآمد} \geq 0.56$ و $\text{علوفه مصرفی سرانه} \geq 46$ آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: خیلی ناپایدار | 24              |
| (6, 83%)                             | اگر $0.31 > \text{دارایی انسانی} \geq 0.46$ و $0.11 > \text{دارایی فیزیکی} \geq 0.30$ و $\text{سهام دامداری از درآمد} \geq 0.56$ و $76.60 > \text{علوفه مصرفی سرانه}$ آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: خیلی ناپایدار   | 25              |

Source: Research Finding

منبع: یافته‌های تحقیق

اجرای سامانه نتیجه‌گیری فازی (FIS)

قاعده‌های فازی بیانگر رابطه‌های بین پنج نهاد (ورودی) و دو ستانده (خروجی) است. از آنجایی - که دارایی انسانی دارای سه ارزش زبانی، دارایی طبیعی دارای سه ارزش زبانی، دارایی فیزیکی دارای سه ارزش زبانی، سهم دامداری از درآمد کل دارای چهار ارزش زبانی و علوفه مصرفی سرانه دارای چهار ارزش زبانی است، بنابراین شمار ۴۳۲ (۴ × ۴ × ۳ × ۳) قاعده می‌تواند وجود داشته باشد. چون در نظر گرفتن همه قاعده‌ها بسیار وقت‌گیر است و دقت ارزیابی را پایین می‌آورد، از الگوریتم درخت وارده تصمیم برای پیدا کردن قاعده‌های مناسب استفاده شد. جدول (۵) نشان‌دهنده‌ی شمار ۷۷ قاعده در نظر گرفته شده در سامانه نتیجه‌گیری فازی است.

جدول (۵) قاعده‌های مورد استفاده در سامانه نتیجه‌گیری فازی

Table (5) Rules used in fuzzy inference system

| ستانده‌های مدل<br>Model outputs                   |  | نهاده‌های مدل<br>Model inputs                               |  |                                       |                                     |                                    | شماره<br>Number |
|---|--|---|--|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| شرایط<br>زیست‌محیطی<br>Environmental<br>condition | وضعیت<br>اقتصادی<br>Economic<br>status | علوفه مصرفی<br>سرانه<br>Per capita<br>forage<br>consumption | سهم<br>دامداری از<br>درآمد<br>Livestock<br>share of<br>total<br>income | دارایی<br>فیزیکی<br>Physical<br>asset | دارایی<br>طبیعی<br>Natural<br>asset | دارایی<br>انسانی<br>Human<br>asset |                 |
| پایدار  | خیلی فقیر                              | متوسط   | زیاد   | کم                                    | کم                                  | کم                                 | 1               |
| پایدار  | خیلی فقیر                              | متوسط   | زیاد   | متوسط                                 | کم                                  | کم                                 | 2               |
| پایدار  | خیلی فقیر                              | متوسط   | زیاد   | زیاد                                  | کم                                  | کم                                 | 3               |
| پایدار  | خیلی فقیر                              | متوسط   | خیلی زیاد  | کم                                    | کم                                  | کم                                 | 4               |
| پایدار  | خیلی فقیر                              | متوسط   | خیلی زیاد  | متوسط                                 | کم                                  | کم                                 | 5               |
| پایدار  | خیلی فقیر                              | متوسط   | خیلی زیاد  | زیاد                                  | کم                                  | کم                                 | 6               |
| پایدار  | غیر فقیر                               | متوسط   | زیاد   | کم                                    | کم                                  | متوسط                              | 7               |
| پایدار  | غیر فقیر                               | متوسط   | زیاد   | متوسط                                 | کم                                  | متوسط                              | 8               |
| پایدار  | غیر فقیر                               | متوسط   | زیاد   | زیاد                                  | کم                                  | متوسط                              | 9               |
| پایدار  | غیر فقیر                               | متوسط   | خیلی زیاد  | کم                                    | کم                                  | متوسط                              | 10              |
| پایدار  | غیر فقیر                               | متوسط   | خیلی زیاد  | متوسط                                 | کم                                  | متوسط                              | 11              |
| پایدار  | غیر فقیر                               | متوسط   | خیلی زیاد  | زیاد                                  | کم                                  | متوسط                              | 12              |
| ناپایدار  | غیر فقیر                               | کم  | متوسط  | کم                                    | کم                                  | کم                                 | 13              |

ادامه‌ی جدول (۵) قاعده‌های مورد استفاده در سامانه نتیجه‌گیری فازی

Continuus Table (5) Rules used in fuzzy inference system

| ستانده‌های مدل<br>Model outputs     |  | نهاده‌های مدل<br>Model inputs                               |   |                                       |                                     |                                    | شماره<br>Number |
|-------------------------------------|--|---|---|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| شرایط<br>Environmental<br>condition | وضعیت<br>اقتصادی<br>Economic<br>status | علوفه مصرفی<br>سرانه<br>Per capita<br>forage<br>consumption | سهام<br>دامداری از<br>درآمد<br>Livestock<br>share of<br>total<br>income | دارایی<br>فیزیکی<br>Physical<br>asset | دارایی<br>طبیعی<br>Natural<br>asset | دارایی<br>انسانی<br>Human<br>asset |                 |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | کم                                    | کم                                  | کم                                 | 14              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | کم                                    | کم                                  | کم                                 | 15              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | کم                                    | کم                                  | کم                                 | 16              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | کم                                 | 17              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | کم                                 | 18              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | کم                                 | 19              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | کم                                 | 20              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | کم                                 | 21              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | کم                                 | 22              |
| پایدار                              | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | کم                                 | 23              |
| پایدار                              | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | کم                                 | 24              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | کم                                    | کم                                  | کم                                 | 25              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | کم                                    | کم                                  | کم                                 | 26              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | کم                                    | کم                                  | کم                                 | 27              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | کم                                    | کم                                  | کم                                 | 28              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | کم                                 | 29              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | کم                                 | 30              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | کم                                 | 31              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | کم                                 | 32              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | کم                                 | 33              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | کم                                 | 34              |
| پایدار                              | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | کم                                 | 35              |
| پایدار                              | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | کم                                 | 36              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | کم                                    | کم                                  | متوسط                              | 37              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | کم                                    | کم                                  | متوسط                              | 38              |

بررسی پایداری اقتصادی... ۱۰۳

ادامه‌ی جدول (۵) قاعده‌های مورد استفاده در سامانه نتیجه‌گیری فازی

Continuus Table (5) Rules used in fuzzy inference system

| ستاده‌های مدل<br>Model outputs      |  | نهاده‌های مدل<br>Model inputs                               |   |                                       |                                     |                                    | شماره<br>Number |
|-------------------------------------|--|---|---|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| شرایط<br>Environmental<br>condition | وضعیت<br>اقتصادی<br>Economic<br>status | علوفه مصرفی<br>سرانه<br>Per capita<br>forage<br>consumption | سهام<br>دامداری از<br>درآمد<br>Livestock<br>share of<br>total<br>income | دارایی<br>فیزیکی<br>Physical<br>asset | دارایی<br>طبیعی<br>Natural<br>asset | دارایی<br>انسانی<br>Human<br>asset |                 |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | کم                                    | کم                                  | متوسط                              | 39              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | کم                                    | کم                                  | متوسط                              | 40              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | متوسط                              | 41              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | متوسط                              | 42              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | متوسط                              | 43              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | متوسط                              | 44              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | متوسط                              | 45              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | متوسط                              | 46              |
| پایدار                              | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | متوسط                              | 47              |
| پایدار                              | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | متوسط                              | 48              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | کم                                    | کم                                  | متوسط                              | 49              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | کم                                    | کم                                  | متوسط                              | 50              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | کم                                    | کم                                  | متوسط                              | 51              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | کم                                    | کم                                  | متوسط                              | 52              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | متوسط                              | 53              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | متوسط                              | 54              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | متوسط                              | 55              |
| خیلی ناپایدار                       | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | متوسط                                 | کم                                  | متوسط                              | 56              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | کم  | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | متوسط                              | 57              |
| ناپایدار                            | غیر فقیر                               | متوسط   | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | متوسط                              | 58              |
| پایدار                              | غیر فقیر                               | زیاد  | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | متوسط                              | 59              |
| پایدار                              | غیر فقیر                               | خیلی زیاد   | متوسط   | زیاد                                  | کم                                  | متوسط                              | 60              |
| به نسبت ناپایدار                    | نسبتا فقیر                             | کم  | متوسط   | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 61              |
| به نسبت ناپایدار                    | نسبتا فقیر                             | کم  | زیاد  | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 62              |
| پایدار                              | نسبتا فقیر                             | متوسط   | کم  | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 63              |

ادامه‌ی جدول (۵) قاعده‌های مورد استفاده در سامانه نتیجه‌گیری فازی  
**Continuus Table (5) Rules used in fuzzy inference system**

| ستانده‌های مدل<br>Model outputs |              | نهاده‌های مدل<br>Model inputs                               |   |                                       |                                     |                                    | شماره<br>Number |
|---------------------------------|--------------|---|---|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| شرایط                           | وضعیت        | علوفه مصرفی<br>سرانه<br>Per capita<br>forage<br>consumption | سهام<br>دامداری از<br>درآمد<br>Livestock<br>share of<br>total<br>income | دارایی<br>فیزیکی<br>Physical<br>asset | دارایی<br>طبیعی<br>Natural<br>asset | دارایی<br>انسانی<br>Human<br>asset |                 |
| به نسبت ناپایدار                | فقیر         | متوسط   | متوسط   | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 64              |
| به نسبت ناپایدار                | به نسبت فقیر | متوسط   | زیاد  | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 65              |
| خیلی ناپایدار                   | به نسبت فقیر | زیاد  | کم  | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 66              |
| خیلی ناپایدار                   | به نسبت فقیر | زیاد  | متوسط   | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 67              |
| پایدار                          | به نسبت فقیر | زیاد  | زیاد  | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 68              |
| خیلی ناپایدار                   | به نسبت فقیر | خیلی زیاد   | کم  | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 69              |
| خیلی ناپایدار                   | به نسبت فقیر | خیلی زیاد   | متوسط   | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 70              |
| پایدار                          | به نسبت فقیر | خیلی زیاد   | زیاد  | متوسط                                 | زیاد                                | زیاد                               | 71              |
| به نسبت ناپایدار                | به نسبت فقیر | متوسط   | متوسط   | متوسط                                 | متوسط                               | کم                                 | 72              |
| به نسبت ناپایدار                | به نسبت فقیر | متوسط   | متوسط   | زیاد                                  | متوسط                               | کم                                 | 73              |
| به نسبت ناپایدار                | به نسبت فقیر | متوسط   | متوسط   | متوسط                                 | زیاد                                | کم                                 | 74              |
| به نسبت ناپایدار                | به نسبت فقیر | متوسط   | متوسط   | زیاد                                  | زیاد                                | کم                                 | 75              |
| ناپایدار                        | فقیر         | متوسط   | کم  | کم                                    | متوسط                               | کم                                 | 76              |
| ناپایدار                        | فقیر         | متوسط   | کم  | کم                                    | متوسط                               | متوسط                              | 77              |

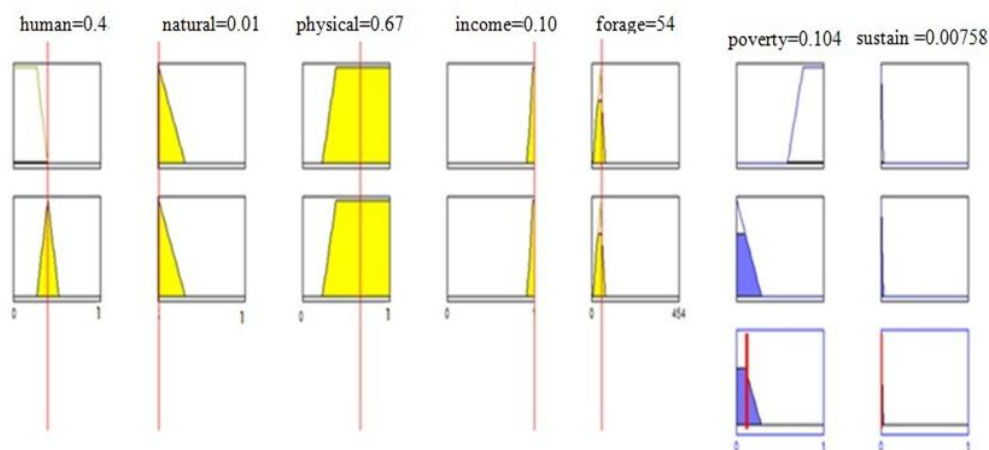
Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

در نهایت، غیر فازی‌سازی ستانده (خروجی)‌های مدل شامل وضعیت اقتصادی و شرایط زیست-محیطی با استفاده از روش مرکز ثقل انجام شده است. به‌طور مثال، اگر دارایی انسانی، دارایی طبیعی، دارایی فیزیکی، سهم دامداری از درآمد کل و علوفه مصرفی سرانه، به ترتیب برابر با ۰/۴۰، ۰/۰۱، ۰/۶۷، ۰/۱۰ و ۵۴ باشد، آن گاه ستانده سامانه نتیجه‌گیری فازی برای وضعیت اقتصادی خانوار و شرایط زیست‌محیطی مرتع‌ها، به ترتیب برابر با ۰/۱۰۴ و ۰/۰۰۷ (خانوار غیرفقیر و مرتع پایدار) است. شکل (۳) غیر فازی‌سازی ستانده‌های مثال موجود را نشان داده است.



### بررسی پایداری اقتصادی... ۱۰۵



شکل (۳) غیرفازی سازی ستانده‌های سامانه، اگر دارایی انسانی، دارایی طبیعی، دارایی فیزیکی، سهم دامداری از درآمد کل، علوفه مصرفی سرانه، به ترتیب برابر با ۰/۴۰، ۰/۰۱، ۰/۶۷، ۰/۱۰، ۵۴ باشد

**Figure (3) Unfuzzy system outputs, if human, natural, physical, livestock share of total income, per capita forage consumption, respectively equal to 0.40, 0.01, 0.67, 0.10, 54**

برای ارزیابی کار سامانه، در آغاز سامانه نتیجه‌گیری فازی با استفاده از ۷۰ درصد مشاهده‌ها ساخته شده است. آنگاه برای اعتبارسنجی کار سامانه از ۳۰ درصد داده‌ها که در ساخت مدل به کار نرفته است، استفاده شده است. جدول (۶) در واقع دقت سامانه نتیجه‌گیری فازی برای پیش‌بینی وضعیت اقتصادی خانوار و شرایط زیست‌محیطی مرتع‌ها را نشان می‌دهد.

جدول (۶) ارزیابی کار سامانه نتیجه‌گیری فازی برای ۳۰ درصد داده‌های خارج از نمونه

**Table (6) Evaluation of fuzzy inference system performance for 30% of out of sample data**

| دقت سیستم در پیش‌بینی صحیح (درصد)<br>System accuracy in correct prediction (percentage) | خروجی مدل<br>Model output |
|---|---------------------------|
| 69.95   | وضعیت اقتصادی خانوار      |
| 65.88   | وضعیت محیط زیستی مراتع    |

Source: Research Findings

منبع: یافته‌های تحقیق

بر مبنای نتایج جدول (۶)، دقت سامانه نتیجه‌گیری فازی برای پیش‌بینی وضعیت اقتصادی خانوار و شرایط زیست‌محیطی مرتع‌ها بر مبنای دارایی‌ها و راهبردهای معیشتی، به ترتیب برابر با ۶۹/۹۵ و ۶۵/۸۸ درصد می‌باشد. این سامانه می‌تواند، وضعیت اقتصادی عشایر و وضعیت زیست-محیطی مرتع‌های آنها را با در اختیار داشتن اطلاعات پایه مانند دارایی انسانی (شامل تحصیلات

سرپرست خانوار، شمار اعضای خانوار در سن کار و شرکت در کلاس‌های آموزشی و ترویجی)، دارایی طبیعی (به صورت مالکیت زمین زراعی و باغ)، دارایی فیزیکی (شمار دام خانوار)، سهم دامداری از درآمد کل و علوفه مصرفی سرانه، پیش‌بینی نماید.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پایامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از دارایی‌ها و اتخاذ راهبردهای معیشتی هر کدام در چهار رده به ترتیب شامل (غیر فقیر، به نسبت فقیر، فقیر، خیلی فقیر) و (پایدار، به نسبت ناپایدار، ناپایدار، خیلی ناپایدار) ارزیابی شده‌اند. برای پیش‌بینی وضعیت اقتصادی خانوار و شرایط زیست-محیطی مرتع‌های آنها بر مبنای دارایی‌ها و راهبردهای معیشتی در آغاز با استفاده از الگوریتم درخت واره تصمیم‌قاعده‌های مناسب استخراج شد. بنابراین قاعده‌های استخراج شده از این الگوریتم با دقت مناسب در سامانه نتیجه‌گیری فازی استفاده شده است. مدل منطق فازی در شش مرحله، مشتمل بر تعیین متغیرهای ورودی و خروجی سامانه؛ تعریف ارزش‌های زبانی؛ ساخت تابع‌های عضویت؛ تعریف قاعده‌های فازی؛ غیر فازی‌سازی خروجی‌های سامانه؛ ارزیابی کار سامانه انجام شد و در نهایت دقت مدل بر اساس ۳۰ درصد داده‌های آزمایشی برای پیش‌بینی وضعیت اقتصادی خانوار و زیست‌محیطی مرتع‌ها به ترتیب برابر با ۶۹/۹۵ و ۶۵/۸۸ درصد به دست آمده است. به طوری که این سامانه قادر است وضعیت اقتصادی عشایر و شرایط زیست‌محیطی مرتع‌های آنها را بر مبنای دارایی‌ها و راهبردهای معیشتی با دقت مناسبی پیش‌بینی کند. نتایج سامانه نتیجه‌گیری فازی گویای این است، که چگونه با ترکیب درست و بهینه دارایی‌های سرمایه‌ای و گزینش راهبردهای معیشتی مناسب به هدف‌های اقتصادی و زیست‌محیطی، به صورت عدم فقر خانوار و پایداری مرتع‌ها دست یابیم. بنابراین، توجه به نتایج این سامانه، که به صورت پویا شایان ارائه است، دارای اهمیت بالایی می‌باشد.

### منابع

- Agresti, A. (2002) *Categorical Data Analysis*, Second Edition, Wiley Interscience, New York.
- Boero, R., Bianchini, L. and Pasqualini, D. (2015) Vulnerability and adaptation to severe weather events in the American southwest. *Weather and Climate Extremes*, 8: 12–25.
- Cao, J., Adamowski, J.F., Deo, R.C., Xu, X., Gong, Y. and Feng, Q. (2019) Grassland degradation on the Qinghai-Tibetan plateau: Reevaluation of causative factors. *Rangeland Ecology & Management*, 72(6): 988-995.

## بررسی پایداری اقتصادی...۱۰۷

- Carr, E.D. (2014) From description to explanation: Using the livelihoods as intimate government (LIG) approach, *Applied Geography*, 52: 110–122.
- Davis, J. and Lopez-Carr, D. (2014) Migration, remittances and smallholder decision-making: Implications for land use and livelihood change in Central America. *Land Use Policy*, 36: 319–329.
- Ellis, F. (2000) Rural livelihoods and diversification in developing countries. *Oxford University Press*, Oxford.
- Farimani, S.M., Raufirad, V., Hunter, R. and Lebailly, P. (2017) Coping strategies during drought: The case of rangeland users in Southwest Iran. *Rangelands*, 39(5): 133–142.
- FRW (2016) Rangelands. Available at: <http://frw.org.ir/00/Fa/StaticPages/Page.aspx?tid=1501>, Accessed date: 13 March 2019.
- Githu, D.W. (2020) Range reseeding dynamics and the heterogeneity of pastoralists from Lake Baringo, Kenya. Master's Theses, University of Arizona, USA.
- Hua, X., Yan, J. and Zhang, Y. (2017) Evaluating the role of livelihood assets in suitable livelihood strategies: Protocol for anti-poverty policy in the Eastern Tibetan Plateau, China. *Ecological Indicators*, 78: 62-74.
- IPCC (2014). Summary for policymakers. In: Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Farahani, E., Kadner, S., Seyboth, K., Adler, A., Baum, I., Brunner, S., Eickemeier, P., Kriemann, B., Savolainen, J., Schlömer, S., von Stechow, C., Zwickel, T. and Minx, J.C. (Eds.), *Climate change 2014: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jamsranjav, C., Reid, R.S., Fernández-Giménez, M.E., Tsevlee, A., Yadamsuren, B. and Heiner, M. (2018) Applying a dryland degradation framework for rangelands: The case of Mongolia. *Ecological Applications*, 28(3): 622–642.
- Jodoin, E., Andrés Peña Reyes, C. and Sanchez, E. (2006) A method for the fuzzification of categorical variables. IEEE International Conference on Fuzzy Systems, Sheraton Vancouver Wall Centre Hotel, Vancouver, BC, Canada.
- Karimi, V., Karami, E. and Keshavarz, M. (2018) Vulnerability and adaptation of livestock producers to climate variability and change. *Rangeland Ecology & Management*, 71(2): 175-184.
- Keshavarz, M., Karami, E. and Zibaie, M. (2014) Adaptation of Iranian farmers to climate variability and change. *Regional Environmental Change*, 14 (3): 1163–1174.
- Martin, R., Linstadter, A., Frank, K. and Muller, B. (2014) Livelihood security in face of drought-Assessing the vulnerability of pastoral households, *Environmental Modelling & Software*, 75: 414–423.
- Porro, R., Lopez-Feldman, A. and Vela-Alvarado, J.W. (2015) Forest use and agriculture in Ucayali, Peru: Livelihood strategies, poverty and wealth in an Amazon frontier. *Forest Policy and Economics*, 51: 47-56.

- Safaei, M., Jafari, R., Bashari, H. and Esfahani, S.F. (2018) Mapping and monitoring of the structure and function of rangeland ecosystems in central Zagros, Iran. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(11): 662.
- Scheaffer, R.L., Mendenhall-III, W., Lyman-Ott, R. and Gerow, K. (2012) *Elementary Survey Sampling*. (7th ed.). Boston, USA.
- Shah, K.U., Dulal, H.B., Johnson, C. and Baptiste, A. (2013) KUnderstanding livelihood vulnerability to climate change: Applying the livelihood vulnerability index in Trinidad and Tobago. *Geoforum*, 47: 125–137.
- Soltani, A., Angelsen, A., Eid, T., Noori-Naieni, M.S. and Shamekhi, T. (2012) Poverty, sustainability, and household livelihood strategies in Zagros, Iran. *Ecological Economics*, 79: 60-70.
- Tilahun, M., Maertens, M., Deckers, J., Muys, B. and Mathijs, E. (2016) Impact of membership in frankincense cooperative firms on rural income and poverty in Tigray, Northern Ethiopia. *Forest Policy and Economics*, 62: 95-108.
- Tsegaye, D., Vedeld, P. and Moe, S.R. (2013) Pastoralists and livelihoods: A case study from northern Afar, Ethiopia. *Journal of Arid Environments*, 91: 138-146.
- Tuyen, T.Q., Lim, S., Cameron, M.P. and Huong, V.V. (2014) Farmland loss and livelihood outcomes: A micro econometric analysis of household surveys in Vietnam. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 19(3): 423-444.
- Van den Berg, J. (2004) Fuzzy methodologies for evaluating sustainable development. In: ICMCS Conference, Nigeria, Lagos.
- World Bank (2019) Sustainable land management and restoration in the Middle East and North Africa region—Issues, challenges, and recommendations. Washington, DC.
- Yan, J., Wu, Y., Zhang, Y. and Zhou, S. (2010) Livelihood diversification of farmers and nomads of eastern transect in Tibetan Plateau. *Journal of Geographical Sciences*, 20(5): 757-770.
- Yang, Z., Jiu, C., Ruth, H.M., Du, J., Bai, P. and Du, G. (2019) Adaptive strategies adopted by herders against the decollectivization of rangeland in the Qinghai–Tibetan Plateau in China. *Mountain Research and Development*, 39(4).
- Zhang, Q., Wang, Y., Tao, S., Bilsborrow, R.E., Qiu, T., Liu, C., ... Song, C. (2020) Divergent socioeconomic-ecological outcomes of China's conversion of cropland to forest program in the subtropical mountainous area and the semi-arid Loess Plateau. *Ecosystem Services*, 45: 101167.



---

**Investigating The Economic and Environmental Sustainability of Nomad Households' Livelihood in Fars Province Using Fuzzy Logic**

*Samane Ghazali, Mansour Zibaei<sup>1</sup>*

**Received: 8 Sep.2021**

**Accepted:21 sep.2021**

---

**Extended Abstract**

**Introduction**

The nomads' main livelihood is based on traditional pastoralism activities in the Middle East and North Africa, 34% of the total lands in those areas are natural rangelands. However, about 61% of rangelands in the Middle East and North Africa are of medium to low quality. While traditional pastoral activities have positive effects on nomadic livelihoods and livestock, natural rangelands and natural resource-based livelihoods are under pressure due to external disturbances such as climate change. Sensitivity of traditional pastoral systems to climate diversity and change has increased through human activities. Excessive dependence of nomadic households on natural rangelands and their unsustainable exploitation due to overgrazing has led to significant destruction of these natural resources and the spread of desertification in arid and semi-arid regions. To increase the resilience of nomads exposed to climate and non-climate risks, targeted programs and policies need to be formulated using the concepts of assets, strategy, and livelihood outcomes. Despite several studies on livelihood vulnerability to climate change and sustainable livelihood frameworks in developing countries, most studies have focused on farming households and information on nomadic livelihoods is not enough in developing countries. In addition, studies on the livelihood strategies of nomads under climatic and non-climatic risks are low or insufficient. Without accurate information, it is very difficult to improve the welfare of nomads and their resilience to climatic and non-climatic risks. Some research examines livelihood strategies and their effects on household resilience however, it is not yet clear to what extent expectations of economic and environmental sustainability are met through livelihood strategies. In this regard, this study was aimed to determine the effects of assets and livelihood strategies on the economic status of nomads and rangeland environmental conditions.

**Materials and Methods**

To evaluate economic and environmental sustainability based on assets and livelihood strategies, appropriate rules were initially extracted by using the decision

---

<sup>1</sup> Respectively: PhD Graduated and Professor of Agricultural economics of Shirz University.  
Email: samane.ghazali@gmail.com

tree algorithm. Subsequently, these rules were fuzzy and used in the fuzzy inference system (FIS). It should be noted that the input and output variables of the Mamdani-based fuzzy inference system must be continuous, or discontinuous variables that have sequential values. Thus, the sequential values of these continuous and discontinuous variables can be converted to fuzzy linguistic values. In this study, the livelihood strategy variable is a discontinuous variable that has non-sequential values (nominal variable). Therefore, to consider the variable of livelihood strategies in the fuzzy inference system, two alternative continuous variables were used, including the share of livestock in total income and per capita forage consumption. Other input variables of the FIS include three human, natural, and physical assets. Fuzzy logic can predict the economic status of nomads and the environmental conditions of their rangelands as model outputs based on specific inputs, including household assets and livelihood strategies (replaced by the share of livestock in total income and per capita forage consumption). The fuzzy inference system executes most of the model inputs and outputs by four units, including fuzzification, fuzzy rules, inference engine, and defuzzification. Linguistic values have been used to fuzzy the input and output variables of the FIS. Both triangular and trapezoidal membership functions have been used to construct membership functions. Fuzzy logic can combine all the basic linguistic rules for a fuzzy model.

## **Results and discussion**

At the beginning, the appropriate rules extracted from the decision tree model are used in the FIS. Out of a total of 25 rules obtained, 14 rules are related to economic status and 11 rules are related to environmental conditions. In front of each rule, two criteria of confidence and support are given. As an example, rule number one is 100% confident and is supported by six sample households. The maximum and minimum confidence criteria for the extracted rules were 100% and 35%, respectively. Also, their maximum and minimum support criteria were 125 and six households, respectively. For example, rule number one indicates that if  $0.14 < \text{human assets} \leq 0.21$  and  $\text{natural assets} \leq 0.02$  and  $0.09 < \text{physical assets} \leq 0.55$  and  $0.90 < \text{livestock share of income}$  then the whole economic situation of the household is non-poor. Fuzzy rules represent the relationships between five inputs (inputs) and two outputs (outputs). Since human assets have three linguistic values, natural assets have three linguistic values, physical assets have three linguistic values, livestock share of the total income has four linguistic values and per capita fodder consumption has four linguistic values, so the number of 432 rules can exist. As considering all the rules is very time consuming and reduces the accuracy of the assessment, the decision tree algorithm was used to find the appropriate rules. Finally, model defuzzification outputs including economic status and environmental conditions have been performed using the center of gravity method. For example, if human assets, natural assets, physical assets, livestock share of total income and per capita forage consumption are equal to 0.40, 0.01, 0.67, 0.10 and 54, respectively,

then the output of fuzzy inference system for household economic status and environmental conditions of rangelands is equal to 0.104 and 0.007, respectively (non-poor household and stable rangeland). The accuracy of the FIS for predicting the economic situation of the household and the environmental conditions of the rangelands based on assets and livelihood strategies is 69.95 and 65.88 percent, respectively. This system can predict the economic status of nomads and the environmental status of their rangelands by having basic information such as human assets (including education of the head of the household, number of family members of working age and participation in educational and extension classes), natural assets (as ownership of arable land and gardens), physical assets (number of household livestock), livestock share of total income and per capita forage consumption.

### **Suggestion**

The results of the fuzzy inference system show how, with the correct and optimal combination of capital assets and selection of appropriate livelihood strategies to economic and environmental goals, in the absence of household poverty and rangeland sustainability. Therefore, paying attention to the results of this system, which is dynamically worth presenting, is of great importance.

***JEL Classification:*** P48, Q24, Q56.

***Keywords:*** Rangeland Destruction, Economic Sustainability, Environment, Livelihood Strategy, Qashqai Nomads