Doi: 10.22034/IAES.2021.538534.1863

اقتصاد کشاورزی/جلد ۱۵/شماره۲/صفحه های ۱۱۱-۸۹

بررسی پایداری اقتصادی و زیست محیطی معیشت عشایر استان فارس با استفاده از منطق فازی

سمانه غزالی و منصور زیبایی[۱]

تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰٦/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۰٦/۳۰

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.

پرتال جامع علوم انسانی

[۱] به ترتیب: دانش‌آموخته دکتری (نویسنده مسئول)و استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه شیراز.
Email: samane.ghazali@gmail.com

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). درحالی‌که فعالیت دامداری سنتی دارای تاثیرهای مثبت بر معیشت عشایر و پرورش دام است، اما مرتع‌های طبیعی و شیوه‌ی معیشت متکی بر منابع طبیعی به‌دلیل 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 به‌واسطه فعالیت‌های بشری افزایش یافته است (Cao et al., 2019; Jamsranjav et al., 2018). وابستگی زیاد خانوارهای عشایر به مرتع‌های طبیعی و بهره‌برداری ناپایدار آنها به‌صورت 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). به‌عنوان 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

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

چارچوب‌های تحلیلی مختلف برای بررسی تصمیم خانوار برای تنوع راهبردهای معیشتی وجود دارد. به‌منظور افزایش دانش در زمینه گزینه‌های معیشتی عشایر، چارچوب معیشت پایدار در این بررسی استفاده شده است. این چارچوب مفهومی شامل سه جزء دارایی، راهبرد، و پیامد می‌باشد (Ellis, 2000). بر مبنای این چارچوب، راهبرد معیشتی خانوارهای عشایری تحت تاثیر دارایی‌ها متشکل از دارایی‌های طبیعی، فیزیکی، مالی، انسانی، و اجتماعی قرار دارد (Carr, 2014). شمار زیادی از بررسی‌ها در کشورهای در حال توسعه به بررسی نقش دارایی‌ها 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). برخی بررسی‌ها نشان داده‌اند که خانوارها بذاته برای تامین معاش خود به دارایی‌های طبیعی وابسته هستند (Keshavarz et al., 2014; Martin et al., 2014; Shah et al., 2013). درحالی‌که برخی بررسی‌های دیگر به نقش دارایی‌های مالی و انسانی در شکل‌گیری معیشت خانوار اشاره کرده‌اند (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 مرتع‌ها می‌شود (Ellis, 2000).

برای افزایش انعطاف‌پذیری عشایر که در معرض خطرهای اقلیمی و نااقلیمی قرار دارند، لازم است برنامه‌ها و سیاست‌های هدفمند با به کارگیری مفهوم‌های دارایی، راهبرد، و پیامد معیشتی تنظیم گردند. علی‌رغم مطالعات زیادی که در زمینه آسیب‌پذیری 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 بررسی‌ها بر خانوارهای کشاورز تمرکز کرده‌اند و اطلاعات در مورد معیشت عشایر در کشورهای در حال توسعه کافی نیستند. افزون بر این، بررسی در زمینه‌ی 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، پژوهش‌هایی به بررسی راهبردهای معیشتی و تاثیرات آن بر انعطاف‌پذیری خانوار پرداختند. با این حال، هنوز این موضوع مشخص نیست که انتظارها از پایداری اقتصادی و زیست‌محیطی 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 قاعده-ها فازی‌سازی شد و در سامانه نتیجه‌گیری فازی (FIS[1]) 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.

[1] Fuzzy Inference System

جدول (۱) متغیرهای لحاظ شده در سامانه فازی

Table (1) Variables included in the fuzzy system

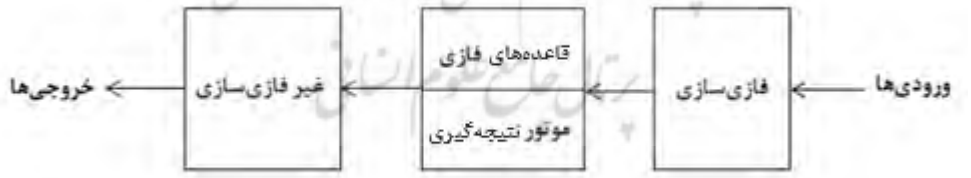
عامل معیشتی Livelihood factor	متغیر Variable	توضیح‌ها Explanation
راهبرد معیشتی	سهم دامداری از درآمد کل	نسبت درآمد دامداری به کل درآمد سالیانه خانوار
	علوفه مصرفی سرانه	میزان علوفه مکمل تهیه شده توسط خانوار
دارایی معیشتی†	دارایی انسانی	تحصیلات سرپرست خانوار
		شمار اعضای خانوار در سن کار
		شرکت در کلاس‌های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

† دارایی‌های معیشتی با به کارگیری تحلیل عامل مشترک محاسبه شدند. درواقع 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 $[(X-X^s/X^s) \times ۱۰۰]$ 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، به‌صورت 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.

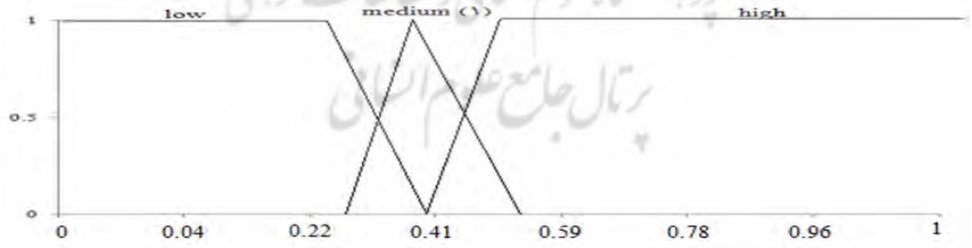
برای فازی‌سازی متغیرهای ورودی و خروجی سامانه نتیجه‌گیری فازی از ارزش‌های زبانی استفاده شده است. این ارزش‌های زبانی برای هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌های سامانه در جدول (۲) آورده شده است.

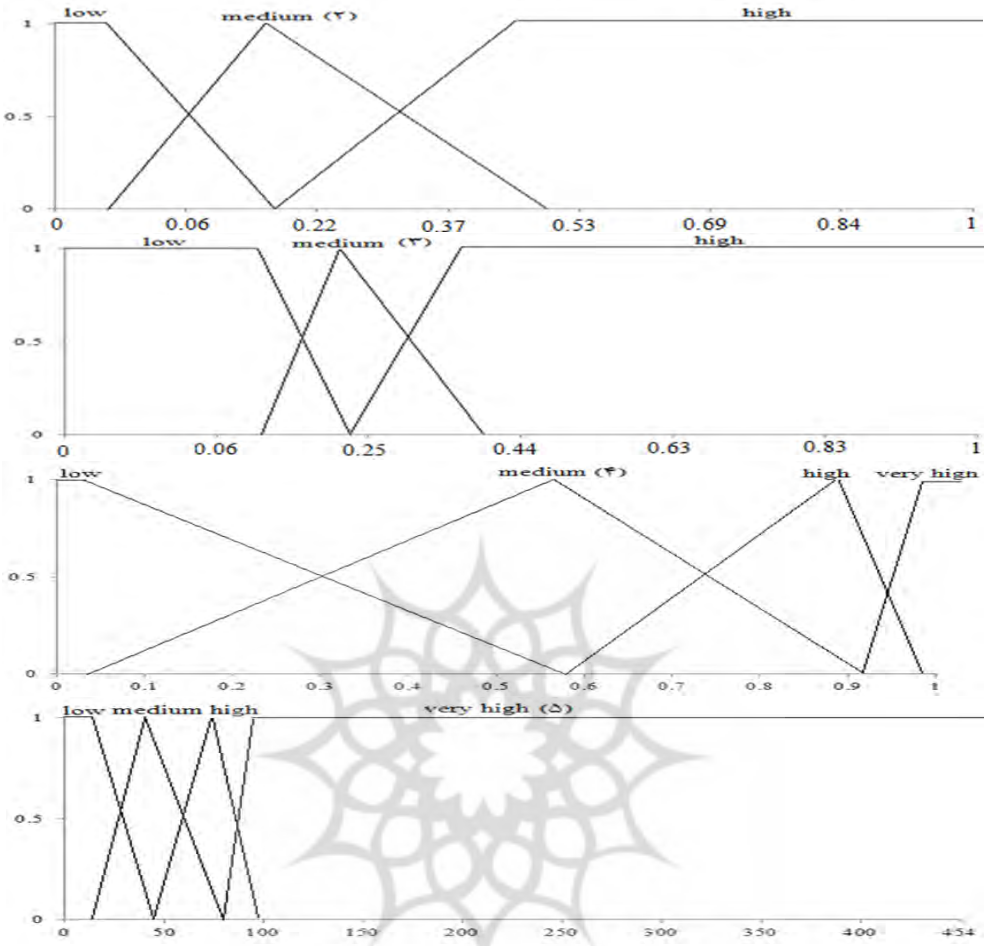
جدول (۲) تعریف ارزش‌های زبانی برای متغیرهای نهاده و ستانده
Table (2) Definition of linguistic values for input and output variables

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

منبع: یافته‌های تحقیق
Source: Research Findings

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. به‌گونه‌ای‌که فراوانی داده‌ها در محدوده‌های مختلف تا حدودی متناسب هستند. شکل (۲) تابع‌های عضویت برای متغیرهای ورودی سامانه نتیجه‌گیری فازی را نشان می‌دهد.





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 Variable	ارزش زبانی Linguistic value	محدوده Range	شمار خانوار Household number	درصد فراوانی Frequency percentage
وضعیت اقتصادی				
	غیر فقیر	0 ≥وضعیت اقتصادی< 0.29	155	39.44
	به نسبت فقیر	0.29 ≥وضعیت اقتصادی< 0.59	79	20.10
	فقیر	0.59 ≥وضعیت اقتصادی< 0.77	74	18.83
	خیلی فقیر	0.77 ≥وضعیت اقتصادی< 1	85	21.63
شرایط زیست‌محیطی				
	پایدار	0 ≥شرایط زیست‌محیطی< 0.03	158	40.20
	به نسبت ناپایدار	0.03 ≥شرایط زیست‌محیطی< 0.11	79	20.10
	ناپایدار	0.11 ≥شرایط زیست‌محیطی< 0.20	77	19.60
	خیلی ناپایدار	0.20 ≥شرایط زیست‌محیطی< 1	79	20.10

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research Findings

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، به‌صورت رابطه زیر محاسبه شده است:

"شمار ارزش‌های زبانی دارایی انسانی × شمار ارزش‌های زبانی دارایی طبیعی × شمار ارزش‌های زبانی دارایی فیزیکی × شمار ارزش‌های زبانی سهم دامداری از درآمد کل × 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 نرم‌افزای SPSS Modeler 18.0 استفاده شد. همچنین سامانه نتیجه‌گیری فازی (FIS) در بسته نرم‌افزاری MATLAB اجرا شد.

روش نمونه‌گیری و منبع‌های 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، به‌ترتیب 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) به‌کار رفته است (Scheaffer et al., 2012):

$$n = \frac{Nq(1-q)}{(N-1)D + q(1-q)} \quad (۱)$$

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 ، ۱۰ درصد (که بر مبنای آن $D = B^2/4$ به‌دست 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 به‌کار برده شده است. نتایج قاعده‌های استخراج شده برای وضعیت اقتصادی خانوار و شرایط زیست‌محیطی مرتع ها با استفاده از الگوریتم درخت واره تصمیم در جدول (۴) آورده شده است. از مجموع ۲۵ قاعده به‌دست 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. به‌عنوان 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 به‌ترتیب برابر با ۱۰۰ و ۳۵ درصد بوده است. همچنین، بیشترین و کمترین معیار پشتیبانی آنها به‌ترتیب برابر با ۱۲۵ و شش خانوار بوده است.

به‌طور مثال، قاعده شماره یک نشان می‌دهد اگر ۰/۱۴ <دارایی انسانی≥ ۰/۲۱ و دارایی طبیعی≥ ۰/۰۲ و ۰/۰۹ <دارایی فیزیکی≥ ۰/۵۵ و ۰/۹۰ <سهم دامداری از درآمد کل آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار، غیر فقیر است.

جدول (۴) قاعده‌های 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

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

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

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

شماره Number	قاعده‌های استخراج شده Extracted rules	معیار ارزیابی Evaluation criteria
10	اگر 0.55 > دارایی انسانی و دارایی طبیعی ≥ 0.49 و دارایی فیزیکی ≥ 0.51 و سهم دامداری از درآمد ≥ 0.99 و 62.50 > علوفه مصرفی سرانه ≥ 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 ≥ 0.26 و علوفه مصرفی سرانه ≥ 88.89 آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: به نسبت فقیر	(24, 37%)
12	اگر دارایی انسانی ≥ 0.53 و 0.47 > دارایی طبیعی و دارایی فیزیکی ≥ 0.09 و سهم دامداری از درآمد ≥ 0.21 آنگ اه وضعیت اقتصادی خانوار: فقیر	(43, 35%)
13	اگر 0.48 > دارایی انسانی ≥ 0.53 و 0.32 > دارایی طبیعی ≥ 0.49 و 0.09 > دارایی فیزیکی آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: فقیر	(14, 50%)
14	اگر دارایی انسانی ≥ 0.14 و دارایی طبیعی ≥ 0.02 و 0.22 > دارایی فیزیکی ≥ 0.50 و 0.90 > سهم دامداری از درآمد آن گاه وضعیت اقتصادی خانوار: خیلی فقیر	(13, 46%)
15	اگر دارایی انسانی ≥ 0.31 و دارایی فیزیکی ≥ 0.56 آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: پایدار	(125, 45%)
16	اگر 0.37 > دارایی انسانی ≥ 0.56 و 0.17 > دارایی طبیعی ≥ 0.49 و دارایی فیزیکی ≥ 0.09 و سهم دامداری از درآمد ≥ 0.56 و علوفه مصرفی سرانه ≥ 46 آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: پایدار	(8, 63%)
17	اگر 0.31 > دارایی انسانی ≥ 0.46 و 0.46 > دارایی فیزیکی و 0.42 > سهم دامداری از درآمد 0.56 و 46 > علوفه مصرفی سرانه ≥ 76.6 آن گاه وضعیت محیط زیستی مرتع: پایدار	(8, 100%)
18	اگر 0.31 > دارایی انسانی ≥ 0.56 و 0.60 > سهم دامداری از درآمد ≥ 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 واره تصمیم

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

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

منبع: یافته‌های تحقیق

Source: Research Finding

پرتال جامع علوم انسانی

اجرای سامانه نتیجه‌گیری فازی (FIS)

قاعده‌های فازی بیانگر رابطه‌های بین پنج نهاده (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 × ۳) قاعده می‌تواند وجود داشته باشد. چون در نظر گرفتن همه قاعده‌ها بسیار وقت‌گیر است و دقت ارزیابی را پایین می‌آورد، از الگوریتم درخت واره 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

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

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

Continius Table (5) Rules used in fuzzy inference system

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

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

Continius Table (5) Rules used in fuzzy inference system

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

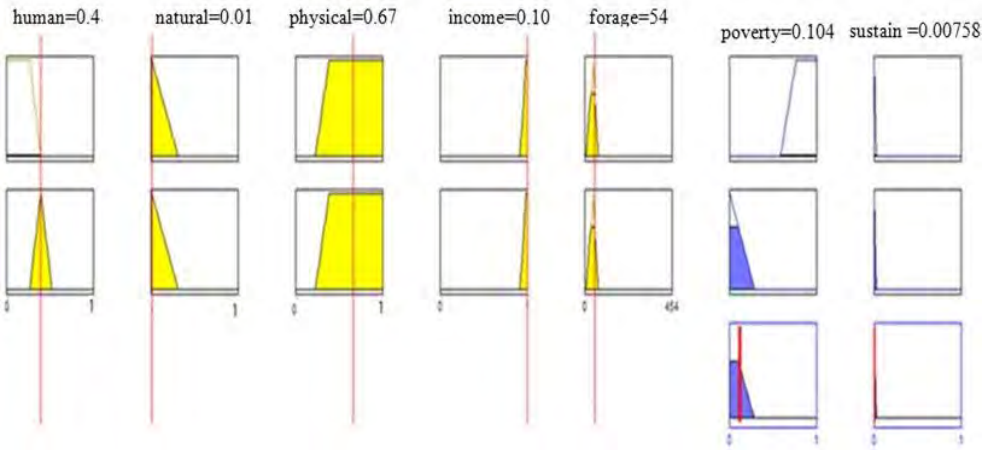
ادامه‌ی جدول (۵) قاعده‌های مورد استفاده در سامانه نتیجه‌گیری فازی

Continius Table (5) Rules used in fuzzy inference system

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

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research Findings

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، به‌ترتیب 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، به‌ترتیب برابر با ۰/۱۰۴ و ۰/۰۰۷ (خانوار غیرفقیر و مرتع پایدار) است. شکل (۳) غیر فازی‌سازی ستانده‌های مثال موجود را نشان داده است.



شکل (۳) غیرفازی‌سازی ستانده‌های سامانه، اگر دارایی انسانی، دارایی طبیعی، دارایی فیزیکی، سهم دامداری از درآمد کل، علوفه مصرفی سرانه، به‌ترتیب 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 به‌کار 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

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

منبع: یافته‌های تحقیق Source: Research Findings

بر مبنای نتایج جدول (۶)، دقت سامانه نتیجه‌گیری فازی برای پیش‌بینی وضعیت اقتصادی خانوار و شرایط زیست‌محیطی مرتع‌ها بر مبنای دارایی‌ها و راهبردهای معیشتی، به‌ترتیب 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 (به‌صورت مالکیت زمین زراعی و باغ)، دارایی فیزیکی (شمار دام خانوار)، سهم دامداری از درآمد کل و علوفه مصرفی سرانه، پیش‌بینی نماید.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

پیامدهای اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از دارایی‌ها و اتخاذ راهبردهای معیشتی هر کدام در چهار رده به‌ترتیب 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 تصمیم قاعده‌های 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 به‌ترتیب برابر با ۶۹/۹۵ و ۶۵/۸۸ درصد به‌دست آمده است. به‌طوری‌که 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 به‌صورت 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.*

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-ccll ggicll ttt mmss ff Cii ''' s oovvrriinn of cropland to forest program in the subtropical mountainous area and the semi-arid Loess Plateau. *Ecosystem Services*, 45: 101167.

Doi: 10.22034/IAES.2021.538534.1863

Agricultural Economics/Volume 15/Issue 2/1400

Investigating The Economic and Environmental sss tainability NN Nmas ssss ss olss L Iivll ihooF FF Ffss Province Using Fuzzy Logic

Samane Ghazali, Mansour Zibaei[1]

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

1 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 $0.14<$human assets≤ 0.21 and natural assets≤ 0.02 and $0.09<$physical assets≤ 0.55 and $0.90<$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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی