

سنجش سطوح توسعه یافتگی نواحی روستایی با استفاده از روش

منطق فازی

مطالعه موردی: دهستان‌های شهرستان‌های آق‌قلا و بندرترکمن

محمد رضا رضوانی*، و بهمن صحنه**

چکیده

کیفیت توسعه و زیرساخت‌های آن در اثر برنامه‌ریزی‌های نامطلوب ملی و متمرکز گذشته مسائل عمده‌ای را در روند توسعه نواحی کشور ایجاد کرده است. از این رو موضوع چگونگی سرمایه‌گذاری دولت بین نواحی، بخش‌ها و زیربخش‌های اقتصادی در جهت توزیع عادلانه و کاهش عدم تعادل‌های موجود، همواره مطرح بوده است. ابعاد گوناگون و پیچیدگی ساختاری این موضوع یکی از تنگناهای اساسی در عرضه مدل مناسب برای توزیع اعتبارات به شمار می‌آید. به منظور حل مسائل ناشی از عدم تعادل‌های منطقه‌ای، گام نخست شناخت و سطح‌بندی مناطق از نظر میزان برخورداری در زمینه اجتماعی - فرهنگی و... می‌باشد که روش منطق فازی یکی از جدیدترین الگوهای عرضه شده در این زمینه است. در این مقاله با استفاده از ۴۹ شاخص توسعه در ابعاد اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی و کالبدی، درجه توسعه‌یافتگی دهستان‌های دو شهرستان آق‌قلا و بندرترکمن بر مبنای روش منطق فازی تعیین گردید. نتایج نشان داد که این دهستان‌ها علی‌رغم داشتن شرایط محیطی تقریباً همگن، از لحاظ میزان برخورداری و سطح توسعه‌یافتگی تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای دارند. همچنین سطح برخورداری دهستان‌ها در هر یک از ابعاد اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی و کالبدی با یکدیگر برابر نیست. این تفاوت‌ها لزوم تهیه و اجرای برنامه‌ها و طرح‌های هدفمند را برای توسعه یکپارچه و متوازن نواحی روستایی ایجاب می‌کند.

کلید واژه‌ها: توسعه / توسعه روستایی / منطق فازی (روش) / آق‌قلا (شهرستان) / بندرترکمن (شهرستان).

* دانشیار دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران

** کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی

مقدمه

توزیع عادلانه امکانات و ثمرات توسعه در میان اکثریت جمعیت از خصیصه‌های مهم اقتصاد پویا و سالم است. برنامه‌ریزان جهت تحقق این امر سعی در کاهش نابرابری‌ها و عدم تعادل‌ها از طریق تدوین و اجرای برنامه‌های متعدد محرومیت‌زدایی و گسترش همه‌جانبه جنبه‌های مثبت توسعه‌یافتگی دارند. گام اساسی در این زمینه؛ تدوین برنامه‌های کارآمد و منطبق بر واقعیت‌ها، دستیابی به هدف برتر «عدالت اجتماعی» و شناسایی شرایط موجود است. چه بسا عدم شناخت دقیق وضع موجود، کلیه تلاش‌های دست‌اندرکاران امر محرومیت‌زدایی و کسب عدالت اجتماعی را عقیم گذارد. بنابراین در اجرای برنامه‌های اجتماعی - اقتصادی، لازم است تخصیص منابع با توجه به شرایط مناطق انجام گردد. جهت دستیابی به این هدف نیازمند شناخت شرایط موجود هستیم. بدین منظور در پژوهش حاضر سطح توسعه‌یافتگی دهستان‌های دو شهرستان آق‌قلا و بندرترکمن تعیین می‌شود. باتوجه به معایب روش‌های متداول تدوین شاخص‌های توسعه، شاخص هوشمندی بر مبنای منطق چند ارزشی با عنوان «منطق فازی» ارائه شده است. توانایی‌های مجموعه‌های فازی به ما اجازه می‌دهد بدون تحمیل ساختار خاص بر روابط شاخص‌ها، متغیرهای بسیار بیشتری را با هم مرتبط کنیم. در دهه‌های اخیر استفاده از منطق فازی در سیستم‌های پیچیده گسترش زیادی داشته است. در مطالعات روستایی نیز می‌توان با تکیه بر نظریه توسعه اقتصادی، متغیرها و شاخص‌های توسعه، شاخص مرکبی با استفاده از روش منطق فازی به دست آورد. هدف این تحقیق تعیین رتبه‌بندی توسعه‌یافتگی مناطق مختلف بر پایه کاربرد منطق فازی است. تدوین شاخص هوشیاری که برای برآورد میزان توسعه یافتگی دهستان‌های مورد مطالعه است کمک می‌کند تا تخصیص منابع بر مبنای نیاز مناطق در مسیر توسعه انجام شود. البته تعیین شاخص درجه توسعه‌یافتگی شرط لازم برای تخصیص بهینه منابع است اما شرط کافی نیست. داشتن امکان توسعه‌یافتگی بستگی به عوامل

متعددی از قبیل عوامل محیطی، عملکرد سازمان‌ها، نهادهای دولتی و افراد جامعه دارد.

روش‌های معمول سنجش درجه توسعه‌یافتگی نواحی

برای سنجش میزان توسعه‌یافتگی نواحی مختلف هر کشور روش‌های گوناگونی وجود دارد که هر یک معایب و محاسنی دارند. کمبود آمار و اطلاعات و نارسایی آنها و نیز وجود شاخص‌های متعدد و پراکنده، در موارد بسیاری باعث سردرگمی و تردید در امر شناسایی نواحی و میزان توسعه‌یافتگی آنها می‌شود؛ از این‌رو ترکیب منطقی آنها برای تسهیل در امر تصمیم‌گیری لازم و ضروری است. البته هر گونه ادغام باید بر اساس ضوابط علمی و رعایت نکات لازم انجام پذیرد تا شاخص‌ها را به اندازه کافی گویا و معنی‌دار سازد.^(۱) بعضی از روش‌های معمول در زمینه سنجش درجه توسعه‌یافتگی نواحی عبارت‌اند از: میزان سنج نهادی گاتمن، روش آنالیز تاکسونومی عددی، روش موریس، روش تحلیل عاملی.

این روش‌ها ضمن برخورداری از نکات مثبت با تنگناها و نارسایی‌هایی نیز مواجه‌اند که مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از:

- پیدا کردن ساختار درونی هر سیستم غیر فیزیکی معمولاً کار بسیار پیچیده‌ای است. مهم‌ترین مشکل، برآورد شکل رابطه علت و معلولی است که میان اجزای تشکیل‌دهنده «داده‌ها» و «ستانده‌های» سیستم برقرار است. اگر متغیر وابسته و متغیرهای مستقل معلوم و قابل تعریف دقیق باشند روش‌های اقتصادسنجی مفید خواهند بود. در این حالت بهترین فرم تابع برآورد شده می‌تواند در یافتن ضرایب و شکل رابطه ریاضی به ما کمک کند اما در ساختن هر شاخص، هر دو متغیر وابسته (شاخص) و وزن متغیرها نامعلوم هستند. بعضی مواقع، به ویژه در مورد تبیین بحث‌های پیچیده (مانند توسعه انسانی) با کمک متغیرهای محدود، اهمیت متغیرهای مجازی زیاد می‌شود. زیرا بعضی مواقع تعداد نسبتاً زیادی از عوامل تأثیرگذار به دلیل کمبود داده، کنار گذاشته می‌شوند. هیکس و استریتن^(۲)

مشکل محاسبه شاخص‌های مرکب اقتصادی و اجتماعی را به صورت زیر بیان می‌کنند.

«برای ترکیب کردن شاخص‌های مختلف اجتماعی هیچ روش مشخصی وجود ندارد. در نتیجه با تعیین عددی که نشان دهنده تصویر کلی از شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی باشد مشکلات افزایش می‌یابند».

به نظر هیکس و استریتن حتی اگر به فرض هر رابطه خطی به بهترین شکل توصیف‌کننده رابطه بین متغیر وابسته و مستقل باشد و اگر همه اجزای یک شاخص در جهت مشابه تغییر نکنند، روابط بیان شده درست نخواهند بود. اگر متغیرها در جهت‌های متفاوتی تغییر نمایند روی شاخص تنظیم شده آثار منفی خواهند داشت، سپس با میانگین‌گیری، شاخص بی‌ربط می‌شود. هیکس و استریتن در این مورد می‌گویند:

«با توجه به جهت تغییرات مختلف اجزای تشکیل دهنده شاخص، در مقایسه مقطعی و سری‌های زمانی با میانگین‌گیری، اهمیت مباحث نادیده گرفته می‌شود».

برای نمونه در یکی از شاخص‌های مطرح بنام شاخص توسعه انسانی^(۳) هر گاه یک کشور با نرخ مرگ و میر بالا و سطح سواد پایین و کشور دیگری با سطح سواد بالا و نرخ مرگ و میر پایین ارزیابی شوند در کشور اول، مرگ و میر بالا و سواد پایین با هم جمع می‌شوند و در کشور دوم سواد بالا و مرگ و میر پایین به هم افزوده شده که تقریباً نتایج مشابهی به دست می‌آید. در حالی که وضع کشور اول بسیار بد و وضع کشور دوم بسیار خوب است. لذا شاخص به دست آمده ربطی به عملکرد کشور ندارد. از طرف دیگر از آنجا که وزن متغیرها معمولاً اختیاری می‌باشد ممکن است از ترکیب عوامل، شاخص نامناسبی به دست آید و لذا در تفسیر با مشکل مواجه شویم. از این روست که در هر شاخص صحیح، اجزای شاخص نباید قابلیت جانشین شدن داشته باشد. دسائی^(۴) این نقص‌ها را در مورد شاخص توسعه انسانی به صورت زیر بیان می‌کند:

«اگر در تعیین شاخص توسعه انسانی از سه متغیر به صورت جانشین کامل یکدیگر استفاده شود نتیجه مناسبی به دست نخواهد آمد».

- در رتبه‌بندی کشورها معمولاً آنها را به دسته‌هایی با شاخص بالا، متوسط و پایین تقسیم می‌کنند. در محاسبه شاخص مرکب نیز متغیرهای کشورهای در یکی از دامنه دسته‌های بالا، متوسط و پایین قرار می‌گیرند. برای نمونه اگر امید به زندگی در کشورهای صنعتی بین ۵۰ تا ۱۰۰ سال و در کشورهای در حال توسعه بین ۴۰ تا ۷۰ سال باشد، برای کشوری که امید به زندگی در آن ۶۰ سال است اینکه در محاسبه شاخص مرکب در کدام دسته قرار گیرد نتایج کاملاً متفاوت خواهد بود. از این رو در محاسبه شاخص مرکب بدون توجه به انتخاب دامنه، رتبه‌بندی مناسبی به دست نخواهد آمد. در مقاله حاضر با استفاده از روش هوشمند منطق فازی علاوه بر حل این مشکلات اساسی، میزان تفاوت دهستان‌های مورد مطالعه نسبت به هم به خوبی نشان داده شده است. این روش در مواردی که با تعداد بسیار زیادی متغیر سر و کار داریم کاملاً قابل تعمیم بوده و نتایج حاصل از آن از اطمینان بیشتری برخوردار است.
- هر چند که برای مقایسه و رتبه‌بندی، محاسبه شاخص توسعه اقتصادی-اجتماعی مورد نیاز است، ولی هیچ روش دقیق و مشخصی برای انتخاب متغیرها، تعیین رابطه آنها و محاسبه شاخص مرکب وجود ندارد. شاخص مرکب نشان دهنده وضعیت کلی چندین متغیر است. در روش‌های محاسبه شاخص مرکب معمولاً به این موارد توجه نمی‌شود بنابراین شاخص‌های به دست آمده اغلب برای حل مشکلات مناسب نیستند.^(۵)

منطق فازی و کاربرد آن در مطالعات روستایی و ناحیه‌ای

در دنیای فراصنعتی امروز و در شاخه‌های گوناگون علوم کاربردی، منطق فازی جایگاه با اهمیت خود را در کاربردهای متفاوت از جمله کنترل سیستم‌های مهندسی و هوش مصنوعی به دست آورده است. منطق فازی از سال ۱۹۶۵ میلادی که دکتر

لطفی‌زاده آن را در مقاله‌ای با عنوان «مجموعه‌های فازی» به صورت رسمی به مجامع علمی عرضه کرد تاکنون راه درازی را پیموده است. از آن زمان تاکنون ریاضی‌دانان، دانشمندان و مهندسان سراسر دنیا، مفاهیم و جنبه‌های گوناگون منطق فازی را مستقلاً مورد مذاقه و بررسی قرار داده‌اند. البته در بدو کار شاید به دلیل وجود صفت تشکیک در عنوان منطق فازی، این مفاهیم چندان جدی گرفته نشد. اما در دهه‌های اخیر به دلیل به کارگیری این منطق در ساخت محصولات خانگی، بار دیگر منطق فازی به عنوان مفهومی علمی - کاربردی با اقبال دانشگاهیان و صنعتگران مواجه شد. امروزه در ژاپن فناوری فازی از چنان اهمیت بالایی برخوردار است که ژاپنی‌ها واژه «فازی» را کلمه کلیدی دهه جاری و کلاً هزاره سوم می‌دانند. علی‌رغم رویکرد نوین مجامع علمی - صنعتی دنیا به منطق فازی، در کشور ما به دلیل کمبود منابع و مراجع لازم، این منطق آن گونه که شایسته است، شناخته شده نیست.^(۶)

بسط و گسترش مجموعه‌های فازی، موجب تعمیم کاربردهای آن به عرصه‌های سایر علوم و فنون شد به نحوی که امروزه در زمینه کنترل و تصمیم‌گیری در رشته‌های مختلف، اعم از برق و الکترونیک، علوم رایانه، مهندسی صنایع، زیست‌شناسی، مالی، آموزش، علوم اجتماعی و... کاربردهای وسیعی پیدا کرده است و در جای جای دنیا اندیشمندان علوم مختلف در راه بسط و گسترش کاربردهای نظریه فازی تلاش می‌کنند. بر این اساس آن چنان که لطفی‌زاده، کشورهای مختلف را بر حسب تلاش در زمینه نظریه‌های فازی رتبه‌بندی نموده است، ژاپن در رده نخست قرار داشته و کشورهای آلمان، روسیه و چین به ترتیب در رده‌های بعدی قرار می‌گیرند.^(۷)

تفکر فازی از دیدگاهی فلسفی نشأت می‌گیرد که سابقه چند هزار ساله و به قدمت فلسفه تاریخ دارد. همان‌گونه که فلسفه ادیان الهی با طبیعت و سرشت انسان سازگار است، تفکر فازی با الهام از فلسفه شرقی، جهان را همان‌گونه که هست معرفی می‌کند. در فلسفه ارسطویی که در مقابل فلسفه شرق قرار دارد، همه چیز به دو دسته سیاه و سفید، آری و نه تقسیم می‌شود. مفاهیم منطقی و نتایج حاصل از

استدلال‌های منطقی نیز در فلسفه ارسطویی هیچ‌گونه حالت میانه‌ای ندارد. در این فلسفه نمی‌توان تا اندازه‌ای راستگو بود و ضمناً کمی هم دروغگو، نمی‌شود هم‌زمان نسبتاً جوان بود و تا اندازه‌ای پیر. در فلسفه ارسطویی مرزها کاملاً مشخص و تعریف شده هستند. در تفکر فازی مرز مشخصی وجود ندارد و تعلق عناصر مختلف به مفاهیم و موضوعات گوناگون نسبی است. به این ترتیب می‌بینیم که این تفکر تا چه اندازه با طبیعت و سرشت انسان و محیط جهان ما سازگار است.^(۸)

در گفتگوهای روزانه، کلمات مبهم بسیاری به کار گرفته می‌شوند مثلاً «درخت سرو زیباست» یا «ارزش دلار نسبتاً بالاست». مجموعه‌های فازی برای برخورد با همین کلمات و گزاره‌های نادقیق عرضه شده است. مجموعه‌های فازی می‌توانند با مفاهیم نادقیقی مانند «مجموعه افراد قد بلند» و «افرادی که نزدیک توکیو زندگی می‌کنند» که با مجموعه‌های معمولی قابل بیان نیستند، برخورد کند. در عبارات‌های پیش‌گفته کلمات «بلندقد» و «نزدیک» نادقیق‌اند. بیان این عبارات نادقیق با مجموعه‌های معمولی امکان‌پذیر نیست و حتماً باید عبارات را به صورت دقیق مانند «مجموعه افرادی که بیش از ۱۹۰ سانتی‌متر قد دارند» یا «مردمی که در توکیو زندگی می‌کنند» بیان کنیم. اندازه‌گیری قد هر فرد تعلق و یا عدم تعلق او را به مجموعه پیش‌گفته تعیین می‌کند. این مجموعه‌های معمولی که به صورت دقیق بیان می‌شوند در نظریه مجموعه‌های فازی به «مجموعه‌های قاطع» معروف‌اند.

نظریه مجموعه فازی، توسیعی از نظریه مجموعه قاطع است و از این رو درک نظریه مجموعه فازی قبل از فراگیری مفاهیم مجموعه‌های قاطع کاری بس دشوار است.^(۹)

مراحل کار در منطق فازی

فرآیند روش منطق فازی شامل سه مرحله اصلی ذیل است.

الف - فازی‌سازی ورودی‌ها ب - فرآیند فازی ج - تبدیل فازی به غیر فازی

روش منطق فازی، داده ورودی را دریافت و به فرم فازی تبدیل می‌کند که این فرآیند، فازی‌سازی نامیده می‌شود. سپس اعمال فرآیند فازی از طریق ارزیابی اطلاعات ورودی مطابق با قواعد «اگر و آنگاه» صورت می‌گیرد. در طی مراحل روش منطق فازی به محض تمام شدن فرآیند قاعده نویسی، نتایج خروجی به دست می‌آید. این مراحل با فازی‌سازی شروع شده و در نهایت نتایج مرتبط با متغیرهای ورودی و قاعده‌های مختلف نوشته و با استفاده از توابع عضویت متناظر، به صورت داده خروجی حاصل می‌شود.

فازی‌سازی^(۱۰)

فرآیند فازی‌سازی شامل تفسیر و تبدیل داده ورودی به وسیله کنترل‌گر فازی است. این مرحله شامل دو بخش «توابع عضویت»^(۱۱) و «طبقه‌بندی»^(۱۲) می‌باشد. کنترل‌گر منطق فازی در طی فازی‌سازی، توابع عضویت داده ورودی را دریافت کرده و آن را مطابق روشی که کاربر با استفاده از توابع عضویت معین می‌کند تبدیل به فازی می‌نماید. طبقه‌بندی توابع عضویت، داده ورودی را به صورت مجموعه‌های فازی مانند اعتبارات بالا، متوسط، پایین و غیره تقسیم می‌کند که دامنه تمام داده‌های ورودی با چنین متغیرهایی با نسبت دادن درجه (مثلاً ۰.۴۵ اعتبارات پایین) تقسیم‌بندی می‌شود. توابع عضویت می‌تواند اشکال متفاوتی داشته باشد؛ در این مقاله از توابع عضویت گوسین استفاده شده است.

مجموعه‌های فازی اساس کار منطق فازی است. نظریه مجموعه‌های فازی حالتی کلی از نظریه مجموعه‌هاست با این ویژگی که دامنه آن از مجموعه ناپیوسته $\{0 \text{ و } 1\}$ به فاصله پیوسته $[0 \text{ و } 1]$ تغییر می‌کند. منطق فازی از قوانین منطق معمولی استفاده نمی‌کند. در منطق ارسطویی دو قاعده وجود دارد:

$$1- \text{ قانون عدم امکان جمع اضداد}^{(۱۳)} \quad A \cup A' = \phi$$

نقاط اشتراک مجموعه A با مجموعه متمم خودش مجموعه‌ای تهی است.

$$2- \text{ قانون استثناء کردن نقاط میانه}^{(۱۴)} \quad A \cup A' = X$$

مجموعه X مجموعه مرجع بوده و اجتماع دو زیر مجموعه A و A' متمم یکدیگرند.

در مجموعه‌های معمولی برای هر متغیر غیر عضو و عضو مجموعه، به ترتیب از دامنه $\{۰ و ۱\}$ تعلق می‌گیرد ولی در مجموعه‌های فازی برای تمایز بین عناصر غیر عضو و عضو، مقادیر تخصیصی به طور پیوسته از $[۰ و ۱]$ با کاهش درجه عضویت تعلق می‌گیرد. مقادیر بزرگ‌تر، درجه عضویت بیشتر را نشان می‌دهد. مشکلات استفاده از مجموعه کلاسیک برای قضاوت گزاره‌ها شامل چند متغیر به صورت زیر است:

اول؛ در ساختن شاخص مرکب و قضاوت هم‌زمان درباره مجموعه‌ای از متغیرها، باید اشتراک این مجموعه‌ها پیدا شود تا در مورد ارزش گزاره قضاوت کنیم. هر گاه یکی از این متغیرها به طور جزئی کمتر از حد معمول باشد در مجموعه کلاسیک ارزش صفر خواهد گرفت و اشتراک این متغیرها و ارزش گزاره، (حتی اگر در همه متغیرهای دیگر، شرایط بیان شده را دارا باشند) صفر می‌شود که ارزش واقعی گزاره نخواهد بود. برای حل این مشکل در منطق فازی، تابع عضویت چند بعدی مشتمل بر چند تابع فازی ساخته می‌شود.

دوم؛ طبقه‌بندی مجموعه‌های معمولی برای قضاوت مجموعه‌ای با ویژگی‌های مبهم و با کران‌های نادقیق (مثل مرگ و میر بالا)، تعاریف دقیقی نیستند که بتوان مجموعه دقیقی را تصور کرد. قلمرو ریاضیات و نظریه مجموعه‌های کلاسیک برای حل مشکلات این‌گونه مفاهیم نامشخص، ناتوان بوده و قالبی برای صورت‌بندی این مفاهیم و ابزاری برای تجزیه و تحلیل آنها وجود ندارد.

در مجموعه‌های فازی بررسی هر متغیر با استفاده از متغیرهای زبانی از طریق رتبه یا درجه درستی و بر اساس تعمیم منطق معمولی به «منطق چند ارزشی یا پیوسته» صورت می‌گیرد. اگر X مجموعه مرجع دلخواه باشد، در مجموعه کلاسیک، تابع نشانگر هر زیر مجموعه معمولی A از X ، یک تابع از X به $\{۰ و ۱\}$ است که در آن

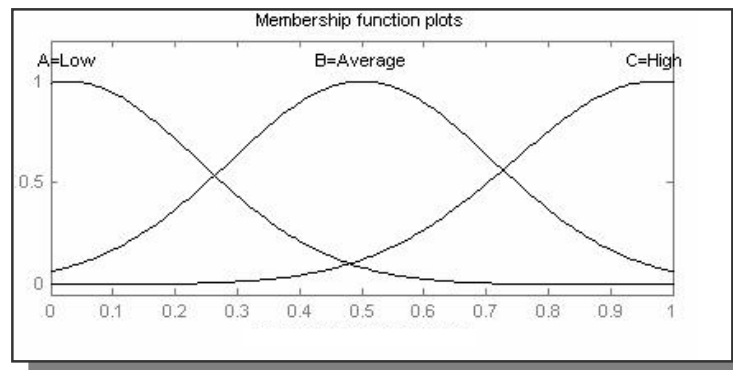
$$x_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases}$$

حال اگر برد تابع نشانگر را از مجموعه دو عضوی $\{0, 1\}$ به بازه $[0, 1]$ توسعه دهیم، تابعی داریم که به هر x از X ، عددی را از بازه $[0, 1]$ نسبت می‌دهد. به این تابع، تابع عضویت A می‌گویند. درجات عضویت اعضای آن به طور پیوسته از $[0, 1]$ اختیار می‌شود. با مجموعه معمولی $\{\text{مرگ و میر}\}$ $A = \{\text{مرگ و میر}\}$ و دو مجموعه فازی $B = \{\text{مرگ و میر پایین}\}$ و $C = \{\text{مرگ و میر متوسط}\}$ ، اشتراک توابع عضویت B و C در مجموعه کلاسیک با عملگر «و، یا» به وسیله اشتراک (اجتماع) اعضاء انجام می‌شود ولی B در مجموعه فازی C ، از طریق تابع عضویت به صورت ذیل است:

$$(B \cup C)(x) = \max[B(x), C(x)] \quad \text{و} \quad (B \cap C)(x) = \min[B(x), C(x)]$$

هر ورودی فازی در حیطه متغیر، توابع عضویت مختلفی را شامل می‌شود. برای هر تابع عضویت، یک متغیر زبانی شامل $X, T(x), U, G, M$ انتخاب می‌شود. X نام متغیر، U مجموعه مرجع، $T(x)$ مجموعه ترم‌های^(۱۵) مربوط به متغیر که توسط قاعده نحوی G ایجاد شده و M قاعده معنایی است که به هر ترم معنای آن را مربوط می‌سازد، یعنی تابع عضویت آن ترم را مشخص می‌کند. عملکرد متغیرهای زبانی در یک مجموعه مرجع U که به سه دسته فازی پایین (a)، متوسط (b)، و بالا (c) تقسیم شده باشد در توابع گوسین طبق روابط زیر عمل می‌کند.

شکل ۱- تابع عضویت گوسین



منبع: نرم‌افزار Matlab

$$\begin{aligned}
 & X \leq X_a \\
 & X_a \leq X \leq X_b \\
 & X_b \leq X
 \end{aligned}$$

$$\mu_A(X) = \begin{cases} 1 & \\ e^{\frac{-(x-a)^2}{2\sigma^2}} & \\ \cdot & \end{cases}$$

$$\mu_B(X) = \begin{cases} \cdot & X \leq X_a \text{ or } X_c \leq X \\ e^{\frac{-(x-b)^2}{2\sigma^2}} & X_a \leq X \leq X_c \\ \cdot & \end{cases}$$

$$\mu_C(X) = \begin{cases} \cdot & X \leq X_b \\ e^{\frac{-(x-c)^2}{2\sigma^2}} & X_b \leq X \leq X_c \\ 1 & X_c \leq X \end{cases}$$

در روابط فوق متغیر X ، شاخص‌های مقایسه‌ای مورد نظرند که با توجه به آن شاخص‌ها رتبه‌بندی صورت می‌گیرد. x نیز اندازه متغیر X را نشان می‌دهد. a ، b ، c میانگین متغیر X می‌باشند که اگر متغیر X در دسته فازی پایین قرار گیرد با a و اگر در دسته متوسط قرار گیرد با b و اگر در دسته بالا قرار گیرد با c نشان می‌دهند. σ^2 نیز پراکندگی یا در واقع واریانس متغیر X در هر کدام از دسته‌های فوق است. در روابط بالا e نشان‌دهنده عدد نپرین است که اندازه آن در حدود $2/7182$ می‌باشد. $\mu_A(X)$ ، $\mu_B(X)$ و $\mu_C(X)$ خروجی یا نتایج حاصل با توجه به شاخص‌های ورودی و طبقات معرفی شده فوق می‌باشند که هر کدام از این نتایج از طریق قواعد فازی‌سازی حاصل شده‌اند.

فرآیند فازی

در فرآیند فازی، خروجی با توجه به تابع عضویت تعیین شده با «برآورد قواعد و محاسبه نتیجه فازی»^(۱۶) به دست می‌آید. استدلال و استنتاج ترکیب منطقی از خروجی‌های قواعد با «اگر، آن‌گاه» انجام می‌گیرد. متناظر با شرایط قسمت «اگر»، می‌توان قاعده نوشت. ترکیب متغیرها، هم‌زمان در نتایج خروجی فازی مؤثر است. منطق فازی از همه قواعد نوشته شده برای برآورد خروجی استفاده می‌کند. ورودی یک تابع عضویت، با دارا بودن شرایط بیان شده در قسمت «اگر»، یک خروجی خواهد داد. مقدار خروجی نهایی به صورت فازی سطح منحنی، از ترکیب منطقی نتایج قواعد حاصل می‌شود.

تبدیل فازی به غیرفازی^(۱۷)

مقدار خروجی نهایی به روش تبدیل غیرفازی بستگی دارد. فرآیند غیرفازی‌سازی نتایج قواعد را بررسی کرده و بعد آنها به طور منطقی جمع و با محاسبه این نتایج جواب به صورت عددی مشخص بر حسب واحد خروجی ارائه می‌گردد. چندین روش تبدیل بر پایه الگوریتم‌های ریاضی وجود دارد. یکی از آنها «روش مرکز ثقل»^(۱۸) است که نتایج دقیقی از مقادیر وزنی توابع عضویت به دست می‌دهد. مقدار خروجی از اشتراک محور افقی و مرکز ثقل سطح محصور توابع حاصل می‌شود. متغیری که دامنه آن از A-C فازی‌سازی شده باشد، خروجی OD زیر را خواهد داد.

$$OD = \frac{\sum_{n=A}^{n=C} [(FO_n)(FGrade_n)]}{\sum_{n=A}^{n=C} (FGrade_n)}$$

OD) Output Date = خروجی عددی مشخص.

(FO) Fuzzy Output = خروجی عددی فازی از تابع عضویت A تا C.

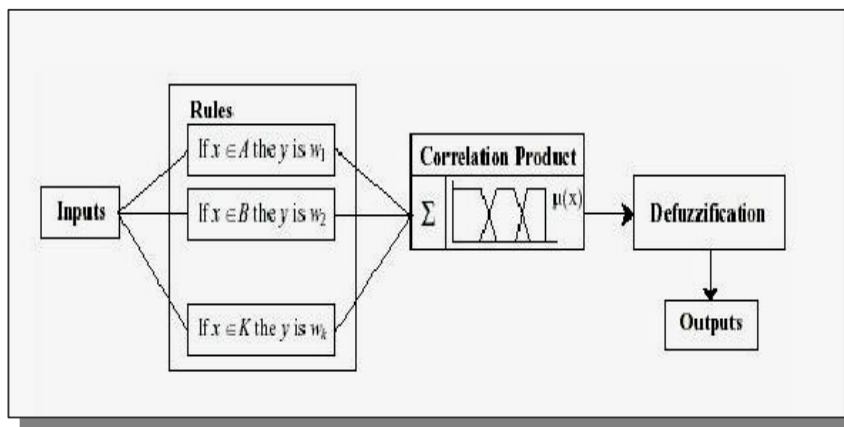
F Grade = سطح طبقه‌بندی تابع عضویت فازی از A تا C .

از این رو با استفاده هم‌زمان از روش‌های ریاضی برای حل مسائل، می‌توان برای کسب نتایج واقعی‌تر مفاهیم مبهم با ساختار متفاوت و دارای متغیرهای کیفی را به کار گرفت.

اهمیت و کاربرد منطق فازی

در این بخش نحوه استفاده از روش منطق فازی در محاسبه شاخص بررسی می‌شود. در سیستم فازی ترکیب متغیرهای ورودی مطابق شکل ۲ صورت می‌گیرد. با فازی سازی ورودی‌ها بر اساس منطق چند ارزشی و نوشتن قواعد، ارتباط بین متغیرهای مستقل و وابسته تعیین می‌شوند. در مرحله آخر، خروجی از طریق فرآیند غیرفازی‌سازی با توجه به قواعد نوشته شده و رابطه متغیرها حاصل می‌شود.

شکل ۲- مدل سیستم فازی

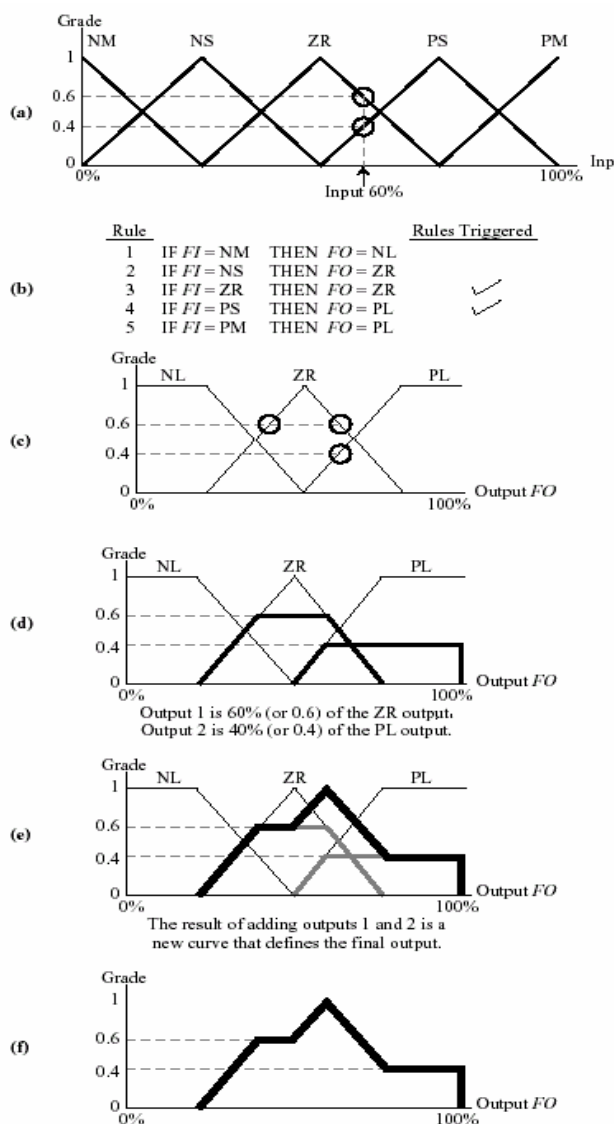


منبع: نشاط، ۱۳۸۰

جهت تعیین رتبه دهستان‌ها، شاخص توسعه محاسبه می‌شود. شکل ۳ تصویر کلی از عملکرد یک سیستم فازی برای یک متغیر ورودی و یک متغیر خروجی

بخش c دو درجه برای خروجی فازی (FO) برای رسیدن به مقدار نتیجه نهایی را نشان می‌دهد. لذا عملکرد دو نتیجه به دست آمده در قسمت d به وسیله خطوط پیرنگ بر روی منحنی PL و ZR مشخص شده است. از آنجا که جواب به دست

شکل ۳- کل فرایند منطق فازی برای یک ورودی و یک خروجی



منبع: نشاط، ۱۳۸۰

آمده، ترکیبی از این دو نتیجه است عملگر منطقی «یا» نیز اجتماع این دو منحنی را به صورت سطح، محاسبه می‌نماید که در قسمت e سطح محصور خط پررنگ است. این سطح محصور، نتیجه نهایی فازی تلقی می‌شود و برای تصمیم‌گیری دقیق نیاز به تبدیل این سطح محصور به عددی مشخص است که به این عمل غیر فازی‌سازی می‌گویند. یکی از روش‌های معمول در این زمینه استفاده از روش مرکزیت است که نتیجه نهایی آن تعیین مرکز ثقل این سطح محصور است.

روش کار

شاخص‌ها، اساسی‌ترین معیار اندازه‌گیری و حیاتی‌ترین علائم و نشان‌دهنده وضعیت هر جامعه هستند. شاخص‌ها در حقیقت اطلاعات موجزی‌اند که بیانگر وضعیت سیستم‌ها می‌باشند. این اطلاعات موجز نماینده‌ای از تصویر کل هر جامعه بوده و نشان می‌دهند که سیستم به کجا می‌رود، وخیم است یا در حال بهبودی است، ثابت است یا متغیر؟

شاخص‌های منتخب و متغیرهای اصلی باید دارای ویژگی‌های زیر باشند:

- ۱- کاربردی و هدفمند باشند.
- ۲- رابطه تنگاتنگ و قوی با موضوع مورد بررسی داشته باشند.
- ۳- با یکدیگر همبستگی زیادی نداشته باشند.
- ۴- حتی‌الامکان جایگزین مناسبی برای شاخص‌های هم‌گروه خود باشند.
- ۵- آمار و ارقام نسبتاً قابل اعتمادی در مورد شاخص‌های مورد نظر وجود داشته باشد.

در مقاله حاضر، آمار و اطلاعات مربوط به ۴۹ شاخص جمع‌آوری و مورد استفاده قرار می‌گیرد. متأسفانه به دلیل فقدان اطلاعات کامل، برخی شاخص‌ها که

می‌توانست بیانگر توسعه‌یافتگی روستاها باشد کنار گذاشته شد اما در مجموع آمار و اطلاعات مربوط به ۴۹ شاخص بر اساس نتایج آخرین سرشماری عمومی نفوس و مسکن و سرشماری عمومی کشاورزی کشور تهیه و به روش منطق فازی به کار گرفته شد.

شاخص‌های مورد مطالعه به سه قسمت شاخص‌های اجتماعی- فرهنگی، شاخص‌های اقتصادی و شاخص‌های کالبدی تقسیم شده‌اند. پس از پردازش داده‌ها و تهیه جدول‌های مربوطه، با استفاده از نرم‌افزار Matlab و Excel تغییرات شاخص‌ها بررسی و وضعیت دقیق‌تر دهستان‌ها مشخص گردید.

محدوده مورد مطالعه، دهستان‌های دو شهرستان آق‌قلا و بندرترکمن در شمال ایران است. این ناحیه دارای ۷ دهستان، حدود ۳۱۳۵/۴ کیلومتر مربع مساحت و ۲۱۰۰۵۶ نفر جمعیت است. مهم‌ترین عارضه طبیعی آن، رود گرگان است که با تقسیم این ناحیه به دو قسمت شمالی و جنوبی، دو چشم‌انداز متفاوت به این ناحیه بخشیده است. بخش شمالی برخلاف بخش جنوبی محدودیت‌های آب و خاک دارد.

یافته‌های تحقیق

پس از تعریف شاخص‌های توسعه و گردآوری و پردازش داده‌های مربوط به آنها، اطلاعات موجود در قالب منطق فازی با استفاده از نرم‌افزار Matlab تحلیل شد. جدول ۱ و نقشه ۱ سطح برخورداری توسعه‌یافتگی دهستان‌ها را نشان می‌دهد. همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد ضریب توسعه در هیچ یک از دهستان‌های موجود رتبه یکسانی در هر سه شاخص اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی و کالبدی ندارد و تفاوت بین سطوح توسعه‌یافتگی دیده می‌شود (متغیرهای مورد استفاده در جدول‌های پیوست مشخص شده‌اند).

همان‌طور که ملاحظه می‌شود ضریب برخورداری و توسعه‌یافتگی دهستان‌ها از حداقل ۰/۴۴۳۱۶۷ (دهستان شیخ‌موسی) تا حداکثر ۰/۵۹۸۴۳۹ (دهستان جعفری‌ای)

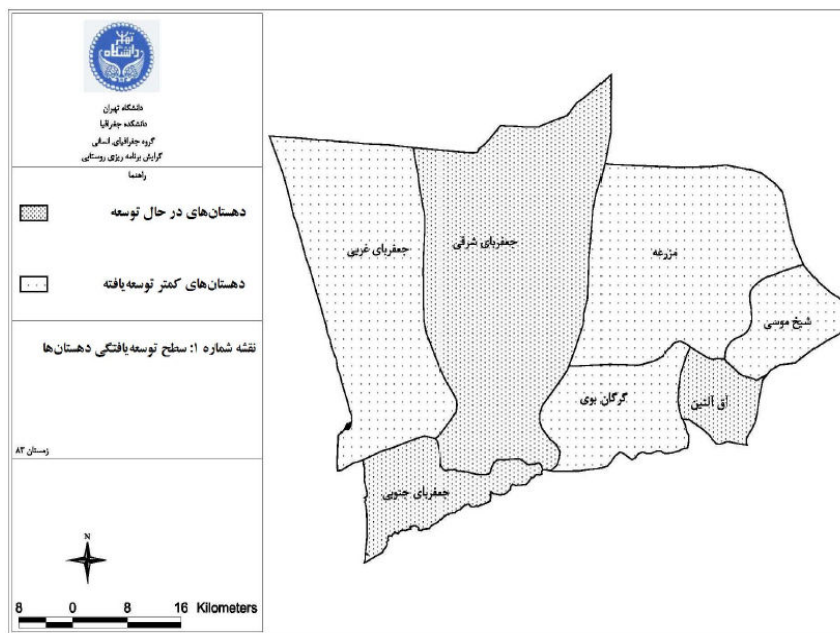
جنوبی) نوسان دارد. این نوسان در هر یک از ابعاد اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی و کالبدی با یکدیگر متفاوت است. میزان ضریب برخورداری به تفکیک ابعاد اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی و کالبدی به ترتیب ۰/۴۹۷۸۰۹، ۰/۵۰۴۴۱۷، ۰/۵۲۱۲۲۸ است. انحراف معیار ضریب برخورداری دهستان‌ها نیز تفاوت قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر دارد. این تفاوت نشان می‌دهد که سطح توسعه کالبدی دهستان‌ها نسبت به سطوح اجتماعی- فرهنگی و اقتصادی آنها بیشتر است.

جدول ۱- ضریب توسعه یافتگی دهستان‌ها با روش منطق فازی

نام دهستان	ضریب سطح توسعه اجتماعی- فرهنگی	رتبه	ضریب سطح توسعه اقتصادی	رتبه	ضریب سطح توسعه کالبدی	رتبه	ضریب کلی توسعه یافتگی دهستان‌ها	رتبه
جعفریای جنوبی	۰/۵۱۹۴۱۴	۴	۰/۵۸۳۷۲۱	۱	۰/۶۹۲۱۸۳	۱	۰/۵۹۸۴۳۹	۱
جعفریای شرقی	۰/۵۷۹۰۷۹	۲	۰/۴۹۰۱۲۹	۶	۰/۵۹۴۹۶۶	۲	۰/۵۵۴۷۲۴	۲
آق‌آلتین	۰/۶۱۴۸۸۶	۱	۰/۴۹۱۱۸۵	۵	۰/۴۳۸۶۶۷	۵	۰/۵۱۴۹۶۷	۳
گرگان‌بوی	۰/۴۲۹۸۲۴	۵	۰/۵۰۱۰۱۴	۴	۰/۵۴۸۲۶۰	۳	۰/۴۹۳۰۳۵	۴
جعفریای غربی	۰/۵۶۵۰۶۲	۳	۰/۳۵۶۱۸۶	۷	۰/۵۴۰۹۱۶	۴	۰/۴۸۷۳۸۸	۵
مزرعه	۰/۴۱۰۰۲۴	۶	۰/۵۴۳۱۲۹	۳	۰/۴۳۵۱۶۶	۶	۰/۴۶۲۷۷۳	۶
شیخ موسی	۰/۳۶۶۳۷۶	۷	۰/۵۶۴۸۹۳	۵	۰/۳۹۸۲۳۳	۷	۰/۴۴۳۱۶۷	۷
میانگین	۰/۴۹۷۸۰۹		۰/۵۰۴۴۱۷		۰/۵۲۱۲۲۸		۰/۵۰۷۷۸۵	
انحراف از معیار	۰/۰۸۸۵۶۳		۰/۰۶۹۴۷		۰/۰۹۶۵۲۱		۰/۰۵۳۷۰۹	

منبع داده‌های خام: سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۷۵؛ سرشماری عمومی کشاورزی سال ۱۳۷۲

نقشه ۱- سطح توسعه‌یافتگی دهستان‌ها



با توجه به ضرایب توسعه‌یافتگی دهستان‌ها که بین حداقل ۰/۴۴ تا ۰/۵۹ نوسان دارد؛ می‌توان گفت که هیچ‌کدام از دهستان‌های این دو شهرستان در وضعیت توسعه‌یافته قرار ندارند و در مراحل پایینی از توسعه هستند. اما به دلیل وجود نوسانات قابل توجه در بین دهستان‌ها، می‌توان گفت همه دهستان‌ها از لحاظ توسعه‌یافتگی شرایط یکسان ندارند. به همین علت دهستان‌های این دو شهرستان از

لحاظ برخورداری و سطح توسعه‌یافتگی به دو وضعیت کمتر توسعه‌یافته و در حال توسعه طبقه‌بندی شده‌اند. با توجه به ضرایب توسعه کلی، می‌توان دهستان‌ها را به دو طبقه شامل دهستان‌های در حال توسعه و دهستان‌های کمتر توسعه‌یافته طبقه‌بندی و تفکیک کرد. همان‌طور که نقشه ۱ نشان می‌دهد دهستان‌های جعفریای جنوبی، جعفریای شرقی و آق‌آلتین در حال توسعه و دهستان‌های گرگان‌بوی، جعفریای غربی، مزرعه و شیخ‌موسی کمتر توسعه‌یافته هستند. با توجه به نوسان ضرایب توسعه، دهستان‌های دارای ضرایب بیش از ۰/۵۰ را دهستان‌های در حال توسعه و دهستان‌های دارای ضریب کمتر از ۰/۵۰ را دهستان‌های کمتر توسعه‌یافته در نظر گرفته‌ایم. نتایج کار حاکمی از آن است که سه دهستان جعفریای جنوبی، جعفریای شرقی و آق‌آلتین در حال توسعه و چهار دهستان گرگان‌بوی، جعفریای غربی، مزرعه و شیخ‌موسی کمتر توسعه‌یافته می‌باشند. به طور کلی دهستان‌ها و روستاهایی که در نواحی جنوبی‌تر قرار دارند نسبت به دهستان‌های واقع در قسمت‌های شمالی با شرایط اقلیمی نسبتاً خشک و موقعیت مرزی، وضعیت بهتری دارند.

نتیجه‌گیری

ضریب توسعه‌یافتگی دهستان‌ها نشان دهنده تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای میان آنهاست. این تفاوت‌ها می‌تواند با عواملی مانند: دسترسی به منابع آب کافی، دارا بودن خاک حاصلخیز کشاورزی، نزدیکی به مرکز استان و مرکز شهرستان، نزدیکی به خطوط ارتباطی اصلی استان، داشتن تسهیلات زیربنایی، بالا بودن سطح سواد، بالا بودن سطح مشارکت مردمی در تصمیمات و انجام امور مربوط به آن در برخی دهستان‌ها در ارتباط باشد.

در این مقاله دهستان‌ها به دو دسته دهستان‌های در حال توسعه با ضریب بالاتر از ۰/۵۰ و دهستان‌های کمتر توسعه‌یافته با ضریب ۰/۴۹ به پایین تقسیم شدند. نتایج کار نشان می‌دهد که سه دهستان جعفریای جنوبی با ضریب ۰/۵۹ (رتبه اول)،

دهستان جعفربای شرقی با ضریب ۰/۵۵ (رتبه دوم) و دهستان آق‌آلتین با ضریب ۰/۵۱ (رتبه سوم) جزء دهستان‌های در حال توسعه بوده‌اند و چهار دهستان گرگان‌بوی با ضریب ۰/۴۹ (رتبه چهارم)، دهستان جعفربای غربی با ضریب ۰/۴۸ (رتبه پنجم)، دهستان مزرعه با ضریب ۰/۴۶ (رتبه ششم) و دهستان شیخ‌موسی با ضریب ۰/۴۴ (رتبه هفتم) نیز جزء دهستان‌های کمتر توسعه یافته هستند.

به هر حال علی‌رغم همگنی قابل توجه در اوضاع طبیعی و جغرافیایی، تفاوت‌های محسوسی از نظر سطح برخورداری در بین دهستان‌ها مشاهده می‌شود. بروز و تقویت این نابرابری‌ها و عدم تعادل‌های فضایی در برداشتی کلی و فشرده می‌تواند متأثر از عوامل زیر باشد:

- موقعیت جغرافیایی و همچنین محدودیت‌های آب و خاک در گستره شمالی این منطقه از عوامل مؤثر در کمتر برخورداری آن است.
 - ورود بی‌رویه و پر حجم مهاجران خارج از استان به منطقه باعث کاهش کمی و کیفی سرانه خدمات موجود در این ناحیه شده است.
 - موقعیت و دور بودن از مراکز شهری و محورهای توسعه در میزان برخورداری دهستان‌ها از لحاظ توسعه‌یافتگی مؤثر است.
- به هر حال یافتن روشی کارآمد و بدون عیب و نقص در جهت سنجش توسعه‌یافتگی و سپس عرضه خدمات در سطح روستاها بسیار مشکل است. این امر به دلیل تعدد بیش از حد روستاها، پراکندگی جمعیت، تنوع روستاها و نحوه توزیع آنها در سطح ناحیه، موقعیت ارتباطی آنها، خصوصیات ویژه روستایی، کمبود بودجه و اعتبارات عمرانی، کمبود کادر متخصص و سیستم مدیریت اداری روستایی و کم‌توجهی به سکونتگاه‌های روستایی در چند دهه گذشته است.
- وضعیت کنونی روستاها با دو مشکل اساسی مواجه می‌باشد: یکی کمبود خدمات که ایجاد و گسترش آنها در روستاها زمینه را جهت تداوم و بهبود رفاه روستاییان فراهم می‌کند؛ و دیگری فعال نمودن اقتصاد روستایی و بالا بردن سطح اشتغال و درآمد روستاییان و نیز از بین بردن موانعی که روستاها را از نظر داشتن امکانات زیستی و خدمات مورد نیاز با مشکل مواجه می‌سازد.

اگر چه هدف اصلی این مقاله سنجش سطح توسعه‌یافتگی با روش منطق فازی است، ولی مهم‌ترین اقدام در فرایند توسعه روستایی، بهبود شرایط اقتصادی روستاییان است، تا زمانی که به روستاها به عنوان محل زیست و سکونت انسان از یک سو و مکان‌های تولیدی از سوی دیگر توجه نشود، روستاییان با مشکل مواجه خواهند بود.

یادداشت‌ها

- ۱- حسین‌زاده دلیر، ۱۳۸۰، ص ۱۵۲
2. Hicks and Streeten , 1979
- ۳- متغیرهای توسعه انسانی (Human Development Index / HDI)، نیازهای اولیه افراد شامل سواد، مرگ و میر و سطح درآمد است.
4. Desaei, 1991
- ۵- نشاط قوجق، ۱۳۸۰، ص ۳
- ۶- تاناکا، ۱۳۸۱، ص ۱
- ۷- بودج‌زایف، ۱۳۸۱، ص ۴
- ۸- کاسکو، ۱۳۷۷، ص ۲
- ۹- تاناکا، ۱۳۸۱، صص ۹ و ۱۰
10. fuzzification
11. membership functions
12. labels
13. The Law of Noncontradiction
14. The Law of Excluded Middle
- ۱۵- ترم، یک مجموعه فازی است.
16. Rule Evaluation and Fuzzy Outcome Calculation
17. defuzzification
18. Centre of Gravity Method (Calculating the Centroid)
19. outcome

منابع

- بودج‌زایف، جرج و ماریا (۱۳۸۱)، *منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت*. ترجمه سیدمحمد حسینی، تهران: ایشلیق.
- تاناکا، کازو (۱۳۸۱)، *مقدمه‌ای بر منطق فازی برای کاربردهای عملی آن*. ترجمه علی وحیدیان کامیاد و حامد رضا طارقیان، مشهد: دانشگاه فردوسی.
- حسین‌زاده دلیر، کریم (۱۳۸۰)، *برنامه‌ریزی ناحیه‌ای*. تهران: انتشارات سمت.

صحنه، بهمن (۱۳۸۳)، *سنجش سطوح توسعه یافتگی نواحی روستایی با استفاده از روش منطق فازی*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه تهران.

کاسکو، بارت (۱۳۷۷)، *تفکر فازی*. ترجمه علی غفاری؛ عادل مقصودپور؛ علیرضا پورممتاز و جمشید قسیم، چ ۱، تهران: دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.

مرکز آمار ایران (۱۳۷۵)، *سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۷۵، شهرستان بندرترکمن*. تهران: مرکز آمار ایران.

_____ . *سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۷۵، شهرستان گرگان*. تهران: مرکز آمار ایران.

نشاط‌قوجق، حاج‌محمد (۱۳۸۰)، *تعیین رتبه بندی توسعه یافتگی شهرستان‌های استان فارس با استفاده از منطق فازی (۱۳۷۱-۷۹)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، شیراز: دانشگاه شیراز.

وزارت جهادسازندگی (۱۳۷۲)، *سرشماری عمومی کشاورزی سال ۱۳۷۲، کل کشور*. تهران: وزارت جهادسازندگی.

Desai, Meghand (1991), "Human development: Concept and measurement". *Journal of European Economic Review*. Vol. 35, pp. 350-357.

Hicks, Norman and Streeten, Paul (1979), "Indicators of development: The search for a basic needs yardstick ". *Journal of World Development*. Vol. 7, pp. 567-80.