فصلنامه روستا و توسعه، سال ۱۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۸۷، صفحات ۵۳-۷۰

کاربرد منطق فازی در ارائهٔ مدل ارزیابی سطوح توسعهٔ کشاورزی دهستان‌های شهرستان کرمانشاه

*ویدا پزشکی، کیومرث زرافشانی**

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۲/۱، تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۰/۱۶

چکیده

هدف مقالهٔ حاضر ارائهٔ مدل و کاربرد منطق فازی در ارزیابی توسعهٔ کشاورزی دهستان‌های شهرستان کرمانشاه برای تصمیم‌گیری دقیق‌تر برنامه‌ریزان است. داده‌های پژوهشی از طریق مصاحبهٔ نیمه‌ساختاریافته با مسئولان مراکز خدمات این دهستان‌ها به‌عنوان افراد خبره گردآوری شده و نتایج تحقیق حاکی از سطح‌بندی دهستان‌ها در پنج رتبه است. دهستان‌های درودفرامان، میان در بند، و جلالوند با میزان توسعه‌یافتگی ۰/۳۹ رتبهٔ اول؛ سراب نیلوفر، کوزران، چقانرگس، و الهیارخانی با میزان توسعهٔ کشاورزی ۰/۳۸۹ رتبهٔ دوم؛ و ماهی‌دشت با میزان توسعهٔ کشاورزی ۰/۳۸۸ رتبهٔ سوم را دارا بوده و همگی در ردیف دهستان‌های کمترتوسعه‌یافته قرار گرفته‌اند. بیلوار و سرفیروزآباد نیز به‌ترتیب با میزان توسعهٔ کشاورزی ۰/۲۵ و ۰/۱۷ در رتبه‌های چهارم و پنجم و در گروه دهستان‌های توسعه‌نیافته واقع شده‌اند.

کلیدواژه‌ها: توسعهٔ کشاورزی/ توسعهٔ روستایی/ ارزیابی/ کرمانشاه (شهرستان).

* * *

* به‌ترتیب، کارشناس ارشد توسعهٔ روستایی دانشگاه رازی؛ و عضو هیئت علمی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه رازی.

مقدمه

روستاییان بنیادی‌ترین افراد اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی یک کشور به‌شمار می‌روند، به‌گونه‌ای که توسعهٔ آنها نقشی اساسی در فرآیند توسعهٔ ملی دارد. بنابراین، توسعهٔ روستایی و کشاورزی با توسعهٔ کشور در همهٔ ابعاد همراه است (پاپلی یزدی، ۱۳۸۲: ۵۶). همچنین، سرعت گرفتن توسعهٔ کشاورزی تنها راه کاهش نابرابری در سطوح درآمدی مناطق شهری و روستایی است (ملور، ۱۳۸۳: ۱۸). از این‌رو، گرچه بسیاری از کشورهای در حال توسعه برای دستیابی به توسعه و کاهش شکاف میان فقیر و غنی به برنامه‌ریزی‌هایی پرداخته‌اند اما به نظر می‌رسد که دست‌اندرکاران این کشورها، اغلب با غفلت از شناخت دقیق امکانات و منابع و نیز به‌کارگیری درست آنها، در این راه دچار مشکل و سردرگمی شده‌اند.

برنامه‌ریزی درست و تدوین برنامه‌های کارآمد و منطبق بر واقعیت‌ها گامی اساسی در ایجاد عدالت اجتماعی میان مناطق مختلف است؛ زیرا در صورت عدم تناسب برنامه‌ریزی‌ها با منابع و شرایط موجود در منطقه، تحلیل‌ها و ریشه‌یابی‌ها چندان قابل اعتماد نخواهند بود (حسن‌زاده دلیر، ۱۳۸۰: ۳۶). ضعف مدیریت و برنامه‌ریزی از دلایل اصلی عدم دستیابی روستاهای محروم به امکانات لازم برای رسیدن به سطوح بالای توسعه به‌شمار می‌رود. یکی از پیش‌شرط‌های توسعهٔ روستایی ایجاد هماهنگی میان برنامه‌های توسعهٔ همه‌جانبهٔ روستایی محلی و طرح‌های منطقه‌ای، بخشی و ملی است که در این میان، توجه به توسعهٔ کشاورزی و زمینه‌های بهبود وضعیت کشاورزان بسیار اهمیت دارد. از این‌رو، با در نظر گرفتن ابعاد مختلف توسعهٔ کشاورزی و استفاده از فنون نوین، هر گونه تلاش در این زمینه باعث خواهد شد که برنامه‌ریزان به درکی شفاف از صورت مسئله یا همان نابرابری مناطق مختلف برسند و در مراحل بعد، بتوانند برای رفع این مشکل چاره‌اندیشی کنند.

از آنجا که توسعه پدیده‌ای پیچیده، ذهنی و مبهم است، به‌دلیل عدم قطعیت و ابهام در تعیین مرزهای توسعه‌یافتگی و توسعه‌نیافتگی، استفاده از روش‌های کلاسیک غیرمؤثر می‌نماید. بنابراین، در پژوهش حاضر، منطق فازی به‌مثابه رهیافتی جدید که

فرآیند تصمیم‌گیری را آسان و دقیق می‌سازد، برگزیده شده است. نظریهٔ مجموعه‌های فازی تلاش برای ایجاد یک چارچوب دقیق ریاضی در ارتباط با پدیده‌های نامطمئن است. ریاضیات فازی تعمیمی از مفاهیم ریاضی است که در آن، اعداد فازی جایگزین اعداد حقیقی شده‌اند. این نظریه زمینه‌ای مناسب برای مدل‌سازی جنبه‌های مهم و نامطمئن دنیای واقعی به‌شمار می‌رود؛ و علاوه بر آن، دید انسان را نسبت به پدیده‌های پیرامونش از حالت دووجهی خارج کرده، او را متوجه ابعاد گسترده و چندوجهی جهان و پدیده‌های موجود در آن می‌کند (مقدم، ۱۳۸۰: ۶۳۲).

در ریاضیات کلاسیک، سطوح توسعهٔ کشاورزی یک منطقه صرفاً توسعه‌یافته یا توسعه‌نیافته معرفی می‌شود، در حالی که فازی میزان توسعهٔ کشاورزی را به‌صورت یک طیف و در قالب درجهٔ عضویت به هر کدام از مجموعه‌های فازی توسعه‌یافته و توسعه‌نیافته بیان می‌کند. بدین ترتیب، منطق فازی به ما کمک می‌کند تا از قضاوت افراطی و مغرضانه سیاه و سفید و ناقص نسبت به توسعه‌یافتگی اجتناب ورزیم و با توجه به طیف گستردهٔ احتمالات، تصمیم‌گیری کنیم. بیان شاخص‌ها به‌صورت متغیرهای زبانی و تلفیق شاخص‌های کمی و کیفی از ویژگی‌های منحصر به‌فرد مجموعه‌های فازی است. مهم‌ترین مزیت منطق فازی، یا همان هم‌پوشانی مقادیر عضویت، سبب می‌شود که میزان توسعهٔ کشاورزی و روستایی در قالب یک پیوستار بیان شود که سرانجام، به تصمیم‌گیری آسان‌تر خواهد انجامید. کاربرد منطق فازی در ارزیابی سطوح توسعه به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران توسعهٔ روستایی را یاری خواهد کرد تا کمبودها و نقاط ضعف موجود در منطقه را به‌گونه‌ای بهینه شناسایی کنند و در راستای رفع آنها گام بردارند؛ تلاشی که با تخصیص اعتبارات به مناطق نیازمندتر و بهره‌مندی کشاورزان از مزایای آن، به صرفه‌جویی در بودجهٔ کشور می‌انجامد.

با توجه به کاستی‌های موجود در منطق ارسطویی و نیز نقاط قوت منطق فازی، هدف اصلی این مقاله ارائهٔ مدلی مناسب برای ارزیابی میزان توسعهٔ کشاورزی دهستان‌های شهرستان کرمانشاه با استفاده از منطق فازی است. از این مدل در زمینه‌هایی مانند انتخاب مناسب‌ترین نظام کشاورزی پایدار با کمک مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری

(Marks et al., 1975)، سنجش پایداری (Andriantiatsaholiniaina, 2001)، ارزیابی تعادل دام و مرتع (آزادی و شاه‌ولی، ۱۳۸۲)، شناسایی ارتباط میان عوامل مختلف در کشاورزی (Berzal et al., 2007)، و مفاهیم کشاورزی ارگانیک (Zanoli et al., 2000) استفاده شده است.

روش تحقیق

مطالعهٔ حاضر پژوهشی کاربردی است که جامعهٔ آماری آن را مسئولان مراکز خدمات دهستان‌های شهرستان کرمانشاه تشکیل می‌دهند که با بهره‌گیری از آنها، شامل آن دسته از مسئولان مراکز خدماتی که می‌توانستند در تعیین شاخص‌های توسعهٔ کشاورزی و دامنه‌های فازی بدین مطالعه کمک کنند و با عنوان افراد خبره[۱] معرفی شده‌اند، پژوهش مورد نظر به انجام رسیده است. خبره به کسانی گفته می‌شود که دانش خود را در یک حیطهٔ خاص به‌تدریج و در یک دورهٔ یادگیری و تجربه به‌دست آورده‌اند (آزادی و شاه‌ولی، ۱۳۸۲). در مطالعات فازی، افراد خبره نقش اساسی را ایفا می‌کنند. خبرگان این مطالعه عبارت‌اند از مسئولان مراکز خدماتی با سه تا پنج سال تجربه که از آشنایی لازم با شرایط منطقهٔ مورد تحقیق و مسائل مربوط به توسعهٔ کشاورزی برخوردار بوده‌اند. بر این اساس، از میان ده مسئول مرکز خدمات شهرستان کرمانشاه، سه مسئول دارای اطلاعات جامع در زمینهٔ مسائل توسعهٔ روستایی و کشاورزی به‌عنوان افراد کلیدی و مطلع[۲] انتخاب شدند. برای جمع‌آوری داده‌ها، از روش مصاحبهٔ نیمه‌ساختار یافته[۳] استفاده شد و مصاحبه با هر یکدام از خبرگان تا رسیدن به اشباع نظری[۴] ادامه یافت (Strauss and Corbin, 1990: 94-96). به‌منظور پردازش داده‌ها نیز از فنون کیفی شامل تحلیل محتوا[۵] برای درک شاخص‌های اصلی بهره گرفته شد (Silverman, 2004: 80؛ و سرمد، ۱۳۷۶: ۴۷)؛ و سرانجام، ۳۲ شاخص استخراج شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها بر مبنای منطق فازی و با استفاده از نرم‌افزارهای Matlab (Version 7) و Mathematical انجام شده است.

اساس طرح تحقیق بر پایهٔ مدل پنج‌مرحله‌ای فازی با استفاده از بسط مفهوم تابع نشانگر طراحی شد. برای مثال، اگر A یک زیرمجموعهٔ دلخواه از مجموعهٔ مرجع X باشد، تابع مشخصهٔ A به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\chi_{\mathrm{A}}(\mathrm{x})=\begin{cases}۱ & \mathrm{x}\in \mathrm{A}\\ ۰ & \mathrm{x}\notin \mathrm{A}\end{cases}$$

$$\chi_A(x)=X\rightarrow\{۰,۱\}$$

اگر برد تابع مشخصه از مجموعهٔ دو عضوی {۱، ۰} به بازهٔ [۱، ۰] بسط داده شود، یک تابع وجود خواهد داشت که به هر x از X، عددی را از بازه [۱، ۰] نسبت می‌دهد. این تابع، تابع عضویت A نامیده می‌شود. در این حالت،A یک مجموعهٔ فازی (و به‌بیانی دقیق‌تر، یک زیرمجموعهٔ فازی از X) است. بنابراین، یک مجموعهٔ فازی A مجموعه‌ای است که می‌توان درجات عضویت اعضای آن را به‌طور پیوسته از I=[۰،۱] اختیار کرد. این مجموعه را به‌طور کامل یک تابع عضویت که با $\mu_{\mathrm{A}}(\mathrm{x})$ نشان داده می‌شود، مشخص می‌کند. نزدیکی مقدار $\mu_{\mathrm{A}}(\mathrm{x})$ به عدد یک نشان‌دهندهٔ تعلق بیشتر x به مجموعهٔ فازی A و برعکس، نزدیکی آن به صفر نشان‌دهندهٔ تعلق کمتر x به A است. در این حالت، چنانچه x کاملاً در A عضو باشد، خواهیم داشت: $\mu_{\mathrm{A}}(\mathrm{x})=۱$؛ و چنانچه اصلاً در A نباشد، خواهیم داشت: $\mu_{\mathrm{A}}(\mathrm{x})=۰$. پس، مجموعه‌های معمولی و توابع مشخصهٔ آنها حالت‌هایی خاص از مجموعه‌های فازی و توابع عضویت آنها به‌شمار می‌روند.

در مجموعه‌های فازی، همراه هر عنصر عددی است که بیانگر میزان عضویت آن عنصر در آن مجموعه است (کوچک‌خانی، ۱۳۷۵: ۸۲). درجهٔ عضویت عناصر در یک مجموعه عبارت است از میزان وجود صفت مشخص‌کنندهٔ مجموعه در هر عنصر، که عددی بین صفر و یک است. عنصری که یک صفت را به‌طور کامل داشته باشد، درجهٔ عضویت یک و عنصری که هیچ اثری از آن صفت نداشته باشد، درجهٔ عضویت صفر و سایر عناصر نیز عددی متناسب بین صفر و یک خواهند داشت. مشخص است که بر اساس این تعریف، حالت قطعی بااطمینانی که در مجموعه‌های معمولی در مورد

عضویت هر عنصر وجود دارد، از بین می‌رود و به جای آن، عددی قرار مـی گیـرد کـه نمایانگر میزان عضویت عنصر در مجموعه است. در تعریف مجموعه‌های فـازی، تـابع عضویت یک مجموعه را کـاربرد آن تعیـین مـی‌کنـد و ممکـن اسـت دو مجموعـه بـا صفت‌های یکسان، به‌علت اختلاف در کاربرد آنها، به اعضای خود درجهٔ عضویت‌هایی متفاوت نسبت دهند. بدین ترتیب، درستی یا نادرستی گزاره‌ها در منطـق بـولی[۶] جـای خود را به درستی، با ارزشی مشخص، می‌دهد. با توجه به مفاهیم یاد شـده، در تحقیـق حاضر نیز چنانچه میزان توسعهٔ کشاورزی منطقه‌ای دارای درجهٔ عـضویت یـک باشـد، منطقه توسعه‌یافته و چنانچه میزان آن صفر باشد، منطقه توسعه‌نیافته محسوب می‌شـود؛ و همچنین، در صورتی که بینابین این دو عدد قرار گیرد، بسته به میزان درجهٔ عضویت، به مجموعهٔ توسعه‌یافته، کمی توسعه‌یافته و یا توسعه‌نیافته تعلق خواهد گرفت.

در نخستین مرحلهٔ محاسبات، ابتدا شاخص‌ها[۷] از سوی خبرگان به‌دقـت تعیـین و تعریف شدند. سپس، از میان متغیرهای مورد نظر برای شروع مراحل فازی، پـنج متغیـر «میزان شرکت در کلاس‌های ترویجی»، «گستردگی شبکهٔ آبیاری تحت فشار در منطقه»، «اندازهٔ قطعات زمین»، «عملکرد گندم دیم» و «عملکرد گندم آبی»، به‌دلیـل در دسـترس بودن آمار مربوط انتخاب شدند. در فازی‌سازی[۸]، ابتدا به تعریف متغیرهای زبـانی[۹] و تعیین دامنهٔ فازی و سپس، به تعیین تابع عضویت[۱۰] هر مجموعه با توجه بـه دامنـه‌هـا پرداخته شد.

انسان برای بیان فکر و دانش خود از متغیرهای زبانی استفاده مـی‌کنـد. از آنجـا کـه مقصود از کنترل فازی شبیه‌سازی پایگاه دانش انسان است، از کارشناسان خواسـته شـد که هر کدام از شاخص‌های تعیین‌شده را فازی کنند، بدین ترتیب که این شاخص‌هـا را به شکل یک طیف (از صفر برای عدم وجود تا یک برای وجود) تعریـف و در نتیجـه، تعاریف پیشین خود را از حالت قطعی به حالت فازی تبدیل کنند. این کار با تقسیم هر شاخص به چند سطح و در قالب یک طیف، به‌صورت مجموعه‌های مختلف انجام شد. در این حالـت، هـر مجموعـه بـا اصـطلاح‌هـای زبـانی[۱۱] مناسـب تعریـف مـی‌شـود (طاهری، ۱۳۷۵: ۱۶۳). متغیرهای زبانی هر شـاخص در قالـب جـدول ۱ آمـده اسـت.

همان‌گونه که دیده می‌شود، هر شاخص دارای سه متغیر زبانی و هر متغیر نیز به‌نوبه خود دارای دامنه‌هایی خاص است.

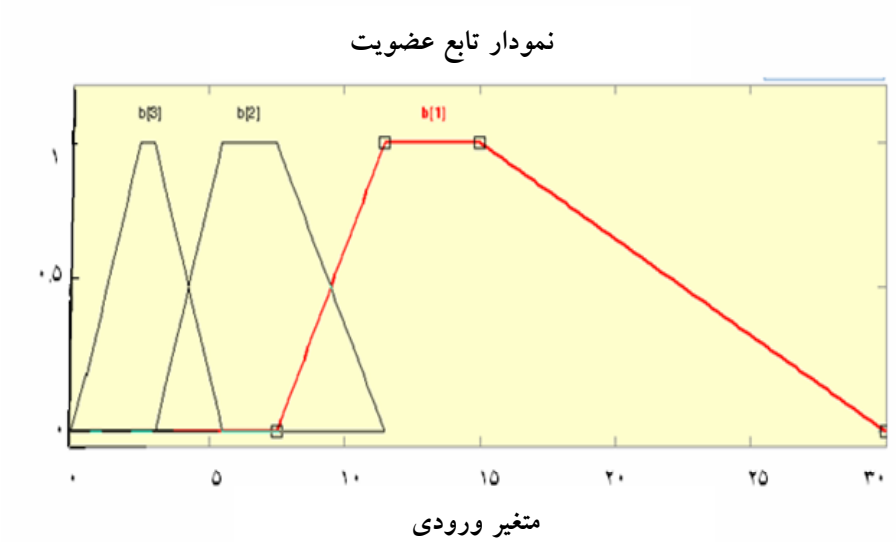
جدول ۱- متغیرهای زبانی و دامنه‌های فازی هر شاخص

شاخص‌ها	متغیرهای زبانی و دامنه‌های فازی	
شرکت در کلاس ترویجی	کم	۰ ≤ x ≤ ٪۱۵
	متوسط	٪۹/۳ ≤ x ≤ ٪۴۳
	زیاد	٪۲۶ ≤ x ≤ ٪۱۰۰
شبکهٔ آبیاری تحت فشار	ضعیف	۰ ≤ x ≤ ٪۵/۵
	متوسط	٪۳ ≤ x ≤ ٪۱۱/۵
	خوب	٪۷/۵ ≤ x ≤ ٪۳۰
عملکرد گندم دیم	کم	۰ ≤ x ≤ ۱/۱
	متوسط	۰/۹ ≤ x ≤ ۱/۵
	زیاد	۱/۴ ≤ x ≤ ۲/۴
عملکرد گندم آبی	کم	۰ ≤ x ≤ ۳/۴
	متوسط	۲/۸ ≤ x ≤ ۵
	زیاد	۴ ≤ x ≤ ۱۰/۳
اندازهٔ قطعات زمین	کوچک	۰ ≤ x ≤ ۷/۶
	متوسط	۵/۶ ≤ x ≤ ۲۴/۳
	بزرگ	۱۱ ≤ x ≤ ۴۸/۳

منبع: یافته‌های تحقیق

پس از تعریف متغیرهای زبانی هر مجموعه، توابع عضویت تعریف شدند. بدین ترتیب، با تعریف توابع عضویت، می‌توان درجهٔ عضویت هر نقطه را در مجموعه تعیین کرد. برای متغیرهای فازی، معمولاً یکی از انواع توابع عضویت یکنواخت، مثلثی، ذوزنقه‌ای و یا قوسی را انتخاب می‌کنند که با توجه به ماهیت تحقیق حاضر، شکل توابع به‌صورت ذوزنقه‌ای است. بر اساس نظریهٔ پدریس (Pedrycs 2001: 329-335)، دانش و تجربهٔ کارشناسان پایهٔ شکل‌گیری توابع عضویت است. پس از وارد کردن مقادیر دامنه‌های فازی به نرم‌افزار Matlab، توابع عضویت رسم شد. همان‌گونه که در

شکل ۱ آمده، متغیر شبکهٔ آبیاری تحت فشار به سه مجموعهٔ فازی تقسیم شده است که با یکدیگر هم‌پوشانی دارند. این هم‌پوشانی که مزیت اصلی مجموعه‌های فازی نسبت به مجموعه‌های قطعی است، موجب می‌شود که مقادیر متفاوت از شاخص‌ها با درجه‌های عضویت مختلف عضو مجموعه‌های متفاوت باشند و از بیان بلی و خیر- که در مجموعه‌های کلاسیک وجود دارد- اجتناب شود؛ و بدین ترتیب، از قضاوت صرفاً توسعه‌یافته و یا صرفاً توسعه‌نیافته دوری جسته، تصمیم‌گیری درستی خواهیم داشت. همان‌گونه که در شکل نیز دیده می‌شود، در شاخص میزان گستردگی شبکهٔ آبیاری تحت فشار در منطقه، مجموعهٔ ضعیف $b_{[3]}$ از ۰ تا ۵/۵ درصد را شامل می‌شود؛ مجموعهٔ متوسط $b_{[2]}$ نیز از ۳ درصد شروع شده، تا ۱۱/۵ درصد ادامه می‌یابد؛ و مجموعهٔ خوب $b_{[1]}$ هم دامنه‌ای از ۷/۵ تا ۳۰ درصد را در بر می‌گیرد. مناطق مثلث‌شکل روی نمودار هم‌پوشانی مجموعه‌ها را به‌خوبی نشان می‌دهد.



شکل ۱- تابع عضویت متغیر دوم (گستردگی شبکهٔ آبیاری تحت فشار در منطقه)

منبع: داده‌های خام تحقیق

در مرحلهٔ بعد، قوانین بنیانی[۱۲] تشکیل می‌شود. پایگاه دانش[۱۳] مجموعه‌ای از قوانین بنیانی است که در آن، متغیرهای زبانی به‌کار می‌رود. هدف از نوشتن این قوانین تعریف گزاره‌هایی مختلف و متنوع است که از ترکیب حالات مختلف تعریف‌شده برای هر شاخص به‌دست می‌آید. این گزاره‌ها با جملات شرطی «اگر ...، آنگاه ...»[۱۴] تعریف می‌شوند که پس از تعریف همهٔ حالات، پایگاه دانش ارزیابی توسعهٔ کشاورزی شکل می‌گیرد. برای مثال، در مورد پنج متغیر مورد نظر، می‌توان قوانین زیر را نوشت:

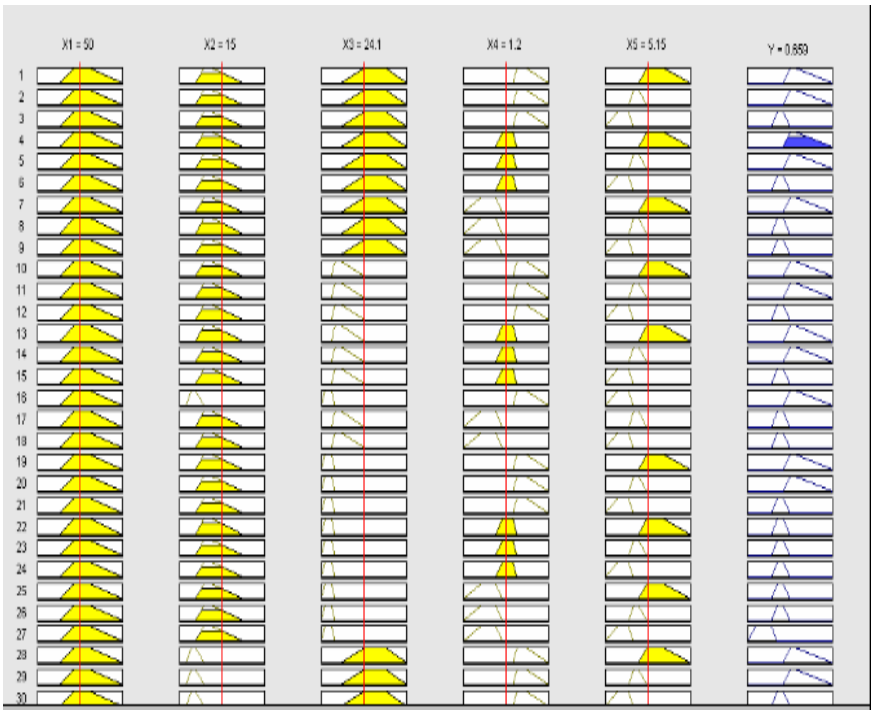
اگر شرکت در کلاس‌های ترویجی «زیاد»، گستردگی شبکهٔ آبیاری تحت فشار در منطقه «خوب»، اندازهٔ قطعات زمین «بزرگ»، عملکرد محصول دیم (گندم) «زیاد»، و عملکرد محصول آبی (گندم) «زیاد» باشد، آنگاه روستا از نظر کشاورزی توسعه‌یافته است.

اگر شرکت در کلاس‌های ترویجی «زیاد»، گستردگی شبکهٔ آبیاری تحت فشار در منطقه «خوب»، اندازهٔ قطعات زمین «بزرگ»، عملکرد محصول دیم (گندم) «زیاد»، و عملکرد محصول آبی (گندم) «متوسط» باشد، آنگاه روستا از نظر کشاورزی توسعه‌یافته است.

بدین ترتیب، با نوشتن این جملات شرطی و تعریف همهٔ حالات ممکن با استفاده از نرم‌افزار Mathematical، پایگاه دانش ارزیابی توسعهٔ کشاورزی کامل شد. در این مطالعه، با توجه به تعداد حالات ممکن، ۲۴۳ قانون به‌دست آمد.

پس از تهیهٔ قوانین کنترل‌کننده و تشکیل پایگاه دانش، موتور استنتاج[۱۵] که هوشمندکنندهٔ سیستم است، شکل گرفت تا با پذیرش ورودی‌های فازی بر اساس قوانین پایگاه دانش، خروجی فازی مناسب را ایجاد کند. بدین ترتیب، با تعریف تمامی حالات ممکن و تجهیز سیستم به همهٔ گزاره‌ها، با وارد شدن یک ورودی[۱۶] به سیستم، موتور استنتاج این ورودی (متغیر) را در مجموعهٔ مناسب خود قرار می‌دهد و قادر خواهد شد تا به‌جای انسان، سطوح توسعهٔ کشاورزی را تبیین کند. در این بخش، قوانینی که موافق و سازگار با درجهٔ عضویت هر تابع باشند، فعال می‌شوند. خروجی موتور استنتاج یک تابع عضویت است که از طریق قطعی‌سازی[۱۷]، به یک مقدار غیرفازی تبدیل می‌شود. ورودی مرحلهٔ قطعی‌سازی، خروجی موتور استنتاج و اجتماع نتایج به‌دست آمده از قوانین درگیر است. قطعی‌سازی به‌روش‌های مختلف، مانند روش

مرکز ثقل[۱۸]، روش مرکز مجموع‌ها، روش ارتفاع، روش مرکز بزرگ‌ترین سطح، و روش متوسط ماکزیمم، انجام می‌شود که روش مورد استفاده در این مطالعه «مرکز ثقل» است (زاهدی، ۱۳۷۸: ۱۷۷). در مرحلهٔ غیرفازی‌کننده، با محاسبهٔ دقیق درجهٔ عضویت خروجی، نخست می‌توان مجموعهٔ خروجی را تعیین کرد و در نهایت، به محاسبهٔ مقدار دقیق آن پرداخت. با پایان این مرحله، عملاً طراحی کنترل‌کنندهٔ فازی[۱۹] و تکمیل مدل فازی مورد نظر انجام می‌شود. بدین ترتیب، کنترل‌کنندهٔ فازی که مجموعه‌ای از ابهام‌سازی، قوانین بنیانی، موتور استنتاج و قطعی‌سازی است (آزادی و شاه‌ولی، ۱۳۸۲)، شکل می‌گیرد. تمام مراحل یاد شده به‌کمک نرم‌افزار Matlab انجام می‌شود که در نهایت، خروجی (میزان توسعه‌یافتگی) را در قالب شکل ۲ نمایش می‌دهد.



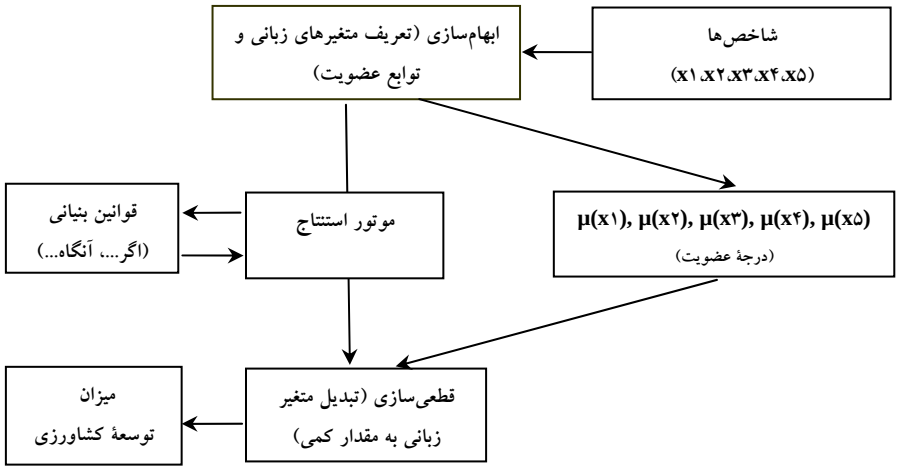
شکل ۲- ورودی‌ها (x_i) و خروجی (Y)

منبع: داده‌های خام تحقیق

همان‌گونه که در شکل ۲ آمده است، اگر

$X۱ = ۵۰, X۲ = ۱۵, X۳ = ۲۴/۴, X۴ = ۱/۲, X۵ = ۵/۱۵$

باشد، آنگاه: Y=۰/۶۵۹ خواهد بود. به‌عبارت دیگر، اگر مقدار شرکت در کلاس‌های ترویجی(X۱) ۵۰ درصد جمعیت کشاورزان، شبکهٔ آبیاری تحت فشار (X۲) ۱۵ درصد، اندازهٔ قطعات زمین (X۳) ۲۴/۱ هکتار، عملکرد محصول دیم گندم (X۴) ۱/۲ تن در هکتار، و عملکرد محصول آبی گندم(X۵) ۵/۱۵ تن در هکتار باشد، آنگاه میزان توسعهٔ کشاورزی یک دهستان (y) ۰/۶۵۹ خواهد بود. از آنجا که خروجی (میزان توسعهٔ کشاورزی) در بازه بسته [۰،۱] تعریف شده، با توجه به تابع عضویت خروجی، عدد ۰/۶۵۹ بیانگر آن است که دهستان مورد نظر در مجموعهٔ فازی توسعه‌یافته قرار می‌گیرد. سرانجام، برای بررسی وضعیت کنونی روستاها از نظر توسعهٔ کشاورزی، و با یگزینی داده‌های مربوط در مدل ارائه‌شده، میزان توسعه‌یافتگی کشاورزی مناطق ن کرد. در شکل ۳، مراحل مختلف مدل فازی آمده است.



شکل ۳- مراحل مدل فازی

منبع: پزشکی، ۱۳۸۶

پس از طراحی مدل، سطوح توسعهٔ کشاورزی هر کدام از دهستان‌ها تعیین و سپس، رتبه‌بندی می‌شوند. بدین ترتیب، داده‌های جمع‌آوری‌شده، شامل وضعیت کنونی هر کدام از متغیرها در هر دهستان، وارد مدل می‌شود و تجزیه و تحلیل با کمک نرم‌افزار Matlab انجام می‌گیرد؛ و در پایان، خروجی مدل یا همان میزان توسعه‌یافتگی هر دهستان از نظر کشاورزی به‌دست می‌آید. مقادیر کنونی هر کدام از متغیرها در هر دهستان در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- مقادیر کنونی شاخص‌ها (سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵)

متغیر / دهستان	شبکهٔ آبیاری تحت فشار (هکتار)	عملکرد گندم آبی (تن در هکتار)	عملکرد گندم دیم (تن در هکتار)	شرکت‌کنندگان در کلاس‌های ترویجی (نفر)	میانگین اندازهٔ قطعات زمین (هکتار)
بیلوار	۲۲/۵	۴/۵	۱/۵	۲۰۸	۵/۸۸
ماهی‌دشت	۱۶۸	۵/۱	۱/۱۵	۵۳۷	۱۲/۶۴
سرفیروزآباد	۰	۴	۱	۳۱۳	۵/۱۲
سراب‌نیلوفر	۱۲۳	۴/۹	۱/۴	۳۳۳	۹/۸۵
کوزران	۱۶۵	۴/۵	۱/۵	۲۷۸	۱۰/۴۶
الهیارخانی	۸/۶	۵	۱/۵	۴۱۴	۹/۸۸
درودفرامان	۰	۳/۵	۰/۸۵	۲۳۸	۱۱/۹۳
چقانرگس	۲۹۸	۶/۵	۱	۲۳۱	۶/۷۵
جلال‌وند	۰	۳/۵	۱	۲۱۰	۸/۰۱
میان‌دربند	۱۲	۵	۲	۴۰۶	۶/۲

منبع: اطلاعات گردآوری شده توسط محققان از بخش‌های زراعت و ترویج ادارهٔ جهادکشاورزی شهرستان کرمانشاه در سال ۱۳۸۶

یافته‌ها

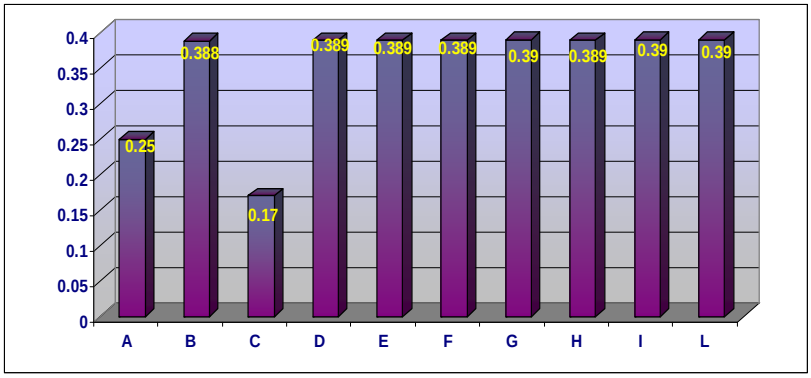
یافته‌های تحقیق حاضر شامل ۳۲ شاخصی است که مسئولان مراکز خدمات دهستان‌های شهرستان کرمانشاه برشمرده‌اند و خلاصهٔ آنها در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- شاخص‌های معرفی‌شده از سوی کارشناسان

ردیف	متغیرها	ردیف	متغیرها
۱	در آمد کشاورزی	۱۷	استفاده از توصیه های ترویجی
۲	میزان سکونت کشاورزان در روستا	۱۸	تعداد کشاورزان با سواد
۳	استفاده بهینه از آب	۱۹	توجه به مسائل تحقیقی-ترویجی
۴	تعداد کشاورزان پیشرو	۲۰	استفاده بهینه از سم و کود
۵	سطح آگاهی کشاورزان	۲۱	فاصله روستا تا مرکز تحقیقات
۶	رعایت تناوب زراعی	۲۲	فاصله روستا تا مرکز خدمات
۷	درآمد	۲۳	محصولات خارج از فصل
۸	تنوع محصولات و رعایت اصول بهزراعی	۲۴	سطح باغات
۹	کیفیت خاک و حاصلخیزی	۲۵	اجرای طرح تجهیز و نوسازی
۱۰	تعداد کشاورزان جوان	۲۶	رعایت اصول مکانیزاسیون
۱۱	سطح کشت آبی و دیم	۲۷	میزان شرکت در کلاس های ترویجی
۱۲	فاصله روستا تا شهر	۲۸	درجه مکانیزاسیون
۱۳	مزارع نمایشی	۲۹	اندازه قطعات زمین
۱۴	امنیت	۳۰	عملکرد محصول دیم (گندم)
۱۵	گرایش به کشت مکانیزه	۳۱	عملکرد محصول آبی (گندم)
۱۶	گرایش به کشت محصولات جدید	۳۲	گستردگی سیستم آبیاری تحت فشار در منطقه

منبع: یافته‌های تحقیق

پس از انجام محاسبات، میزان توسعهٔ کشاورزی هر کدام از دهستان‌های شهرستان کرمانشاه به‌صورت شکل ۴ ارائه می‌شود.



(A) بیلوار، (B) ماهی‌دشت، (C) سرفیروزآباد، (D) سراب نیلوفر، (E) کوزران، (F) الهیارخانی، (G) درودفرامان، (H) چقانرگس، (I) جلال‌وند، (L) میان‌دربند

شکل ۴- میزان توسعهٔ کشاورزی دهستان‌های شهرستان کرمانشاه

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که در شکل ۴ دیده می‌شود، دهستان‌های میان‌دربند، درودفرامان، و جلال‌وند با میزان توسعه‌یافتگی ۰/۳۹ در رتبهٔ اول قرار می‌گیرند. درجهٔ توسعه‌یافتگی این دهستان‌ها به‌میزان ۰/۳۹، با توجه به شکل خروجی، به معنی تعلق آنها به مجموعهٔ «کمی‌توسعه‌یافته» با درجهٔ عضویت یک است. دهستان‌های الهیارخانی، سراب نیلوفر، کوزران، و چقانرگس نیز با میزان توسعه‌یافتگی ۰/۳۸۹ در رتبهٔ دوم قرار دارند که عدد ۰/۳۸۹ بیانگر تعلق آنها به مجموعهٔ «کمی‌توسعه‌یافته» با درجهٔ عضویت یک است. رتبهٔ سوم به دهستان ماهی‌دشت با میزان توسعه‌یافتگی ۰/۳۸۸ اختصاص دارد که با درجهٔ عضویت یک متعلق به مجموعهٔ «کمی‌توسعه‌یافته» است. در رتبه‌های چهارم و پنجم هم به‌ترتیب، دهستان‌های بیلوار و سرفیروزآباد قرار می‌گیرند. میزان توسعهٔ کشاورزی بیلوار ۰/۲۵ و سرفیروزآباد ۰/۱۷ است که هر دو دهستان با درجهٔ عضویت یک به مجموعهٔ «توسعه‌نیافته» تعلق دارند. رتبه‌های مربوط به هر دهستان در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- میزان توسعهٔ کشاورزی و رتبهٔ هر کدام از دهستان‌های شهرستان کرمانشاه

دهستان	درجهٔ عضویت به مجموعه			مقدار قطعی‌سازی (میزان توسعه‌یافتگی)	رتبه
	توسعه یافته	کمی توسعه‌یافته	توسعه‌نیافته		
بیلوار	۰	۰	۱	۰/۲۵	۴
ماهی‌دشت	۰	۱	۰	۰/۳۸۸	۳
سرفیروزآباد	۰	۰	۱	۰/۱۷	۵
سراب نیلوفر	۰	۱	۰	۰/۳۸۹	۲
کوزران	۰	۱	۰	۰/۳۸۹	۲
الهیارخانی	۰	۱	۰	۰/۳۸۹	۲
درودفرامان	۰	۱	۰	۰/۳۹	۱
چقانرگس	۰	۱	۰	۰/۳۸۹	۲
جلال‌وند	۰	۱	۰	۰/۳۹	۱
میان‌دربند	۰	۱	۰	۰/۳۹	۱

منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه‌گیری

هر چند، منطق فازی و مدل ارائه‌شده با استفاده از آن در مطالعهٔ حاضر با دشواری‌هایی مانند تعریف دامنه‌های فازی و استفاده از دانش افراد خبره روبه‌روست اما به‌دلیل ساختار خاص این مدل و استفاده از نرم‌افزار Matlab، علاوه بر نداشتن سایر پیچیدگی‌های روش‌های کلاسیک، قابلیت آن را دارد تا نقطه‌ضعف مشترک همهٔ این روش‌ها مبنی بر عدم استفاده از شاخص‌ها یا متغیر با متغیرهای زبانی را از میان بردارد. از مزیت‌های استفاده از منطق فازی در ارزیابی سطوح توسعهٔ روستایی و کشاورزی، می‌توان موارد زیر را یادآور شد:

۱- ترکیب جنبه‌های مختلف توسعهٔ کشاورزی با واحدهای مختلف اندازه‌گیری؛

۲- حل مشکلات ارزیابی ناشی از شاخص‌های توسعه بدون معیارهای کمی؛

۳- تفسیر ساده و نسبتاً آسان نتایج به‌دست آمده؛ و

۴- استفادهٔ توأمان از شاخص‌های کمی و کیفی.

به دیگر سخن، می‌توان چنین نتیجه گرفت که مدل ارائه‌شده ابزاری خوب و مناسب برای سیاستگذاران و برنامه‌ریزان صفی و ستادی و تصمیم‌گیرندگان در زمینه‌های

توسعهٔ کشاورزی به‌شمار می‌رود. امکان ایجاد تغییرات و توانایی پیشرفت در این مدل از دیگر ویژگی‌های منحصر به‌فرد آن است، به‌طوری که می‌توان بر تعداد قوانین و شاخص‌ها افزود و توابع عضویت و متغیرهای زبانی را بار دیگرً تعریف کرد (Cox, 1999: 165-183). از آنجا که شرایط هر منطقه با منطقهٔ دیگر متفاوت است، چه‌بسا شاخصی در یک منطقه مد نظر باشد ولی در منطقهٔ دیگر، شاخصی دیگر جایگزین آن شود یا شاخصی به مجموعهٔ شاخص‌های دیگر افزوده شود. به عبارت دیگر، نظام فازی توانایی پذیرش اطلاعات کمی و داده‌های کیفی به‌دست آمده از دانش خبرگان و نیز تلفیق آنها را داراست (Cheung et al., 2005: 97-111). همچنین، دیگر مزیت مهم این مدل انعطاف‌پذیری آن در مقابل سایر روش‌های معمول و غیرپویاست (Andriantiatsaholiniaina, 2001)، به‌گونه‌ای که مراحل پنج‌گانهٔ مدل (ورودی، ابهام‌سازی، موتور استنتاج، قطعی‌سازی، و خروجی) به تعدیل عدم اطمینانی می‌انجامد که همواره در مفاهیمی مبهم و پیچیده مانند توسعه وجود دارد.

پیشنهادها

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این تحقیق و اهمیت مدل فازی در مباحث توسعه، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱- سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان توسعهٔ روستایی می‌توانند علاوه بر استفاده از روش‌های رایج در تعیین سطوح توسعه، به بهره‌گیری از مدل فازی به‌مثابه ابزاری مناسب و نسبتاً آسان بپردازند؛

۲- سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان استان کرمانشاه باید هر چه بیشتر بر دهستان‌های توسعه‌نیافتهٔ سرفیروزآباد و بیلوار تمرکز کنند؛ درصدد توسعهٔ هر چه بیشتر کشاورزی در دهستان‌های کمترتوسعه‌یافته باشند؛ و در توزیع اعتبارات و بودجه، روستاهای توسعه‌نیافته را در اولویت قرار دهند؛ و

۳- در تعیین سطوح توسعه‌یافتگی، بر شاخص‌های کیفی بیشتر تأکید شود.

یادداشت‌ها

1. experts
2. key informants
3. semi-structured interview
4. theoretical saturation
5. content analysis
6. Boolean logic
7. indices
8. fuzzification
9. linguistic variables
10. membership function
11. linguistic terms
12. rule base
13. knowledge base
14. If …, then …
15. inference motor
16. input
17. defuzzification
18. Centre of Gravity (COG)
19. fuzzy controller

منابع

آزادی، ح. و شاه‌ولی، م. (۱۳۸۲)، «کاربرد منطق فازی در حل تضاد بین پایداری و بهره‌برداری از مراتع در بخش کشاورزی». ***مجموعه مقالات چهارمین همایش مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن***. بابلسر: دانشگاه مازندران.

پاپلی یزدی، م. ح. (۱۳۸۲)، ***جایگاه روستا در فرآیند توسعهٔ ملی از دیدگاه صاحب‌نظران***. تهران: انتشارات مؤسسهٔ روستایی ایران.

پزشکی، ویدا (۱۳۸۶)، **الگویی برای ارزیابی توسعهٔ کشاورزی دهستان‌های شهرستان کرمانشاه با استفاده از منطق فازی**. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد توسعهٔ روستایی. کرمانشاه: دانشگاه رازی.

حسن‌زاده دلیر، ک. (۱۳۸۰)، ***برنامه‌ریزی ناحیه‌ای***. تهران: سمت.

زاهدی، م. (۱۳۷۸)، ***نظریهٔ مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن***. تهران: نشر دانشگاهی.

سرمد، ز. و همکاران (۱۳۷۶)، ***روش‌های تحقیق در علوم رفتاری***. تهران: آگاه.

طاهری، س. م. (۱۳۷۵)، ***آشنایی با نظریهٔ مجموعه‌های فازی***. مشهد: جهاد دانشگاهی.

کوچک‌خانی، س. (۱۳۷۵)، «مقدمه‌ای بر منطق فازی و کاربردهای آن». ***ماهنامهٔ کامپیوتری رایانه***. ش ۵۶.

مقدم، ر. (۱۳۸۰)، «نگاهی به نظریهٔ فازی». ***دانش و مردم***. ش ۱۰.

ملور، جی. (۱۳۸۳)، «توسعهٔ کشاورزی در ایران، تعامل هدف‌ها و راهبردها». ***فصلنامهٔ اقتصادی کشاورزی و توسعه***. سال ۱۲، ش ۴۵.

Andriantiatsaholiniaina, L. A. (2001), ***Sustainability Assessment Using Fuzzy Logic***. Department of Production Engineering and Management. PhD. Dissertation.

Berzal, F. et al. (2007), ***A Fuzzy Data Mining Application over User Knowledge Involving Fuzzy Resemblance Relations***. Spain: Dept. Computer Science and Artificial Intelligence. University of Granada.

Cheung, William W. L. et al. (2005), "A Fuzzy logic expert system to estimate intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing". ***Journal of Biological Conservation***. Vol. 124, pp. 97-111.

Cox, E. (1999), ***The Fuzzy Systems Handbook: A Practitioner's Guide to Building, Using and Maintaining Fuzzy Systems (2nd ed.)***. Chestnut Hill: Academic Press Professional.

Marks, L. A. et al., (1975), "Multiple criteria decision making (MCDM) using fuzzy logic: an innovative approach to sustainable agriculture". Dept. of Agricultural Economics and Dept. of Electrical and Computer Engineering. University of Missouri-Columbia. Available on: ***http://portal.acm.org/citation.cfm?id=845701***.

Pedrycz, W. (2001), "Fuzzy equalization in the construction of fuzzy sets". ***Fuzzy Sets and Systems***. Vol. 119, pp. 329- 335.

Silverman, D. (2004), ***Qualitative Research: Theory, Method and Practice***. Thousand Oaks: SAGE Publication.

Strauss, A. and Corbin, J. (1990), ***Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques (2nd ed.)***. Newburyo Park: SAGE Publications.

Zanoli, R. et al. (2000), "Organic farming in Europe by 2010: scenarios for the future". ***Organic Farming in Europe Economics and Policy***. Vol. 8.