Archive of SID

مجله دانش و توسعه (علمی - پژوهشی)، شماره ۱۷، نیمه دوم سال ۱۳۸۴

کاربرد استنتاج منطق فازی در مطالعات برنامه ریزی و توسعه منطقه ای

عباس امینی فسخودی[۱]

چکیده

اهمیت و ضرورت دیدگاهها و تحلیلهای منطقه ای در برنامه ریزیهای توسعه ای را از طرفی می توان ناشی از لزوم تعادل و توازن منطقه ای در برنامه های توسعه دانست و از طرف دیگر به نقش و کارکردی نسبت داد که در شناسایی نابرابریها و ارائه راهکارهایی در جهت نیل به توازن و عدم تمرکز در تصمیمها و تخصیص ایفا می کنند. سهم عمده ای از موفقیت مطالعات این رشته نیز در گرو روشهای مورد استفاده آن است. علی رغم موفقیت و جامعیت نسبی و عملکرد قابل قبول روشهایی نظیر تکنیکهای چندمتغیره آماری و روشهای ارزیابی چندمعیاره (MCA)، انعطاف ناپذیری رویکردهای متعارف کمی و مقید بودن و لزوم رعایت پیشفرض های اغلب غیرقابل تأمین یا کنترل در روشهای آماری، لزوم بهره گیری از رهیافتهای نوین و جست وجو برای یافتن روشهای مفیدتر و مناسبتر را به ضرورتی غیر قابل انکار و اجتناب برای تحقیقات این رشته ها و محققان علوم تبدیل کرده است.

منطق فازی و استدلال تقریبی را می توان به دلیل توانایی بررسی و صورت بندی ریاضی مفاهیم نادقیق و ناخوش تعریف، شبیه سازی نحوه استدلال و تصمیم گیری انسانی، همچنین امکان و اجازه شبیه سازی پویایی و عدم قطعیت یک سیستم بدون نیاز به توصیفات ریاضیاتی مفصل درشرایط و موقعیت هایی که ریاضیات متعارف چندان کارایی ندارد، از جملهٔ این گونه رهیافتهای نوین به حساب آورد.

مقاله حاضر با بهره گیری از رویکرد سیستمهای استنتاج فازی (FIS) و بر اساس اطلاعات بیش از ۱۵۰ متغیر مختلف در رابطه با جوانب متعدد توسعه، به تحلیل توسعه یافتگی شهرستانهای نه گانهٔ استان بوشهر پرداخته است. به این منظور مدلی سه مرحله ای برای تحلیل سطوح و مؤلفه های متعدد انسانی (اجتماعی و فرهنگی) و فیزیکی (اقتصادی و زیربنایی) توسعه، به کمک نرم افزار MATLAB طراحی و با به کارگیری روش استلزام ممدانی برای استنتاجات فازی مربوطه، اجرا گردیده است. در پایان بر اساس نتایج به دست آمده، وضعیت موجود توسعه استان تشریح و پیشنهاهایی نیز برای ادامه کار و انجام مطالعات تکمیلی ارائه شده است.

واژه های کلیدی: توسعه، برنامه ریزی منطقه ای، منطق فازی و سیستمهای استنتاج فازی

۱- دانشجوی دکتری برنامه ریزی روستایی گروه جغرافیای دانشکدهٔ ادبیات و علوم انسانی دانشگاه اصفهان

www.SID.ir

Archive of SID

۱ - مقدمه

در اکثر مطالعات برنامه ریزی منطقه ای (اعم از شهری و روستایی) با گونه ای از مسائل تصمیم گیری های چندمعیاره[1] (MCDM) مواجه هستیم که در بیشتر موارد نیز از نوع روشهای MADM[2] هستند. در این تصمیم گیریها به جای استفاده از یک معیار سنجش بهینگی از چندین معیار سنجش ممکن است استفاده گردد. بدین ترتیب ماتریس تصمیم گیری در این گونه برنامه ریزیها شامل مناطق مختلف یا واحدهای برنامه ریزی به عنوان گزینه ها و شاخصها یا عوامل دخیل در برنامه ریزی به عنوان معیارها خواهد بود.

از جمله مطالعات مقدماتی در برنامه ریزی توسعه، شناخت اولیه و ارزیابی علمی وضعیت موجود مناطق و واحدهای برنامه ریزی (و به عبارت دیگر واحدهای تصمیم گیری[3]) است، که در قالب اندازه گیری و تعیین درجه توسعه یافتگی واحدها یا مناطق مورد مطالعه صورت می گیرند. گرچه در سالهای اخیر روشهای غیرآماری MADM (از قبیل AHP[4]) یا روشهای برنامه ریزی ریاضی نیز از سوی برخی محققین این رشته ها مورد استفاده قرار گرفته است (امینی فسخودی، ۱۳۸۱)، لکن مبنای کار در این گونه مطالعات ماتریس تصمیم گیری فوق و روشهای مورد استفاده نیز به طور عام روشهای چندمتغیره آماری نظیر تحلیل عوامل، تجزیه کلاستر، تحلیل ممیزی و علی الخصوص روش آنالیز تاکسونومی می باشد.

علاوه بر آن که این روشها از قابلیت به کارگیری داده های نادقیق[5] و معیارها، شاخصها و مفاهیم ناخوش تعریف[6] - از قبیل هنجارها و ارزشها که اغلب سهم و نقش تعیین کننده و غیر قابل اغماضی نیز در رابطه با جنبه های کیفی و انسانی توسعه داشته و از طرفی صریحاً قابل تعریف و دقیقاً قابل سنجش و اندازه گیری نیز نمی باشند - برخوردار نیستند، به دلیل ماهیت آماری و مبنای احتمالاتی خود نیز متکی به حجم نمونهٔ به اندازهٔ کافی بزرگ بوده و در نتیجه قادر به ارزیابی مستقل از یکدیگر مناطق برنامه ریزی و واحدهای تصمیم گیری (تحلیل جداگانهٔ تکتک واحدها) نیز نمی باشند.

ابهام[7] و عدم قطعیت[8] ذاتی حاکم بر علوم انسانی به طورکلی و به ویژه محیط های برنامه ریزی و تصمیم گیری، نیازمند روش هایی است که امکان بررسی و صورت بندی ریاضی مفاهیم نادقیق و ناخوش

1) Multi Criteria Decision Making
2) Multi Attribute Decision Making
3) Decision Making Units
4) Analytic Hierarchy Process
5) Imprecise Data
6) Ill-defined
7) Vagueness
8) Uncertainty

www.SID.ir

Archive of SID

تعریف این علوم را فراهم نمایند . تئوری مجموعه های فازی[1] و منطق فازی[2] ، به عنوان نظریه ای ریاضی برای مدل سازی و صورت بندی ریاضی ابهام و عدم دقت موجود در فرآیندهای شناختی انسانی (Lootsma,۱۹۹۷) ، ابزارهای بسیار کارآمد و مفیدی برای این منظور به شمار می روند . این نظریه که نخستین بار توسط پروفسورزاده[3] دانشمند ایرانی الاصل دانشگاه کالیفرنیا در سال ۱۹۶۵ مطرح شد ، حوزه های بسیاری از علوم مختلف مانند طبیعی ، زیستی ، علوم اجتماعی ، مهندسی ، علوم کامپیوتر ، علوم سیستمی و همچنین مدیریت ، برنامه ریزی و تصمیم گیری را فرا گرفته است (Klir and Folger, ۱۹۸۸) . نظریه مجموعه های فازی ابزارهایی فراهم می آورد که می توان به وسیلهٔ آنها نحوهٔ استدلال و تصمیم گیری انسانی را صورت بندی ریاضی بخشید و از الگوهای ریاضی به دست آمده در زمینه های گوناگون علوم و تکنولوژی استفاده کرد (طاهری ، ۱۳۷۸) .

منطق فازی به علت توانایی رقابت با هوشمندی انسانی و رهیافت سیستمیک خود در بررسی شرایط و موقعیتهای مبهم که ریاضیات متعارف چندان کارایی ندارد ، ابزار تکنیکی طبیعی ای را برای ارزیابی پدیده ها و امور فراهم آورده است (Andriantiatsaholiniaina et al, ۲۰۰۴) . نظریه و منطق فازی ابزاری علمی است که امکان و اجازه شبیه سازی پویایی یک سیستم را بدون نیاز به توصیفات ریاضیاتی مفصل و با استفاده از داده های کیفی و کمی پدید آورده است (Phillis et al, ۲۰۰۱) .

منطق فازی همچنین شکاف بین سنجش ها و اندازه گیریهای علمی و نظام مند را با ملحوظ داشتن هم زمان اهداف اجتماعی برطرف نموده و روشی را برای برگردان طیف متنوع و گسترده ای از اطلاعات – داده های عینی ، اطلاعات کمی ، نظرات و قضاوتهای ذهنی و نیازهای اجتماعی– به یک زبان طبیعی برای توصیف اثرات محیط فراهم می آورد (Silvert, ۲۰۰۰ و Kuswandari, ۲۰۰۴) .

در اکثر موارد استفاده عملی از شاخصها نیز به عنوان ابزار ، به علت فقدان داده های مناسب (مرتبط ، معتبر و کافی) محدود می شود (Kuswandari, ۲۰۰۴) . متأسفانه ابزارها و روشهای سنتیِ کمی برای تصمیم گیری نیز به دلایلی از قبیل اطلاعاتِ بیشتر کیفی تا کمی ، معیارها و شاخصهای ناکامل ، تعاریف ، تصورات و ادراکات متعارض ، ریسک و عدم قطعیت و هزینه های بالای دسترسی به اطلاعات دقیق ، به هنگام مواجهه با اطلاعات نادقیق و مفاهیم ناخوش تعریف بسیار ضعیف عمل می کنند که هرکدام از این موانع نیز در جای خود درخور توجه هستند (Ducy et al, ۱۹۹۹)

1) Fuzzy Set Theory 2) Fuzzy Logic 3) L. A. Zadeh

www.SID.ir

Archive of SID

۲- متغیرها و شاخصهای تحقیق و معرفی مدل مورد استفاده

بیش از ۱۵۰ متغیر در رابطه با جنبه های مختلف توسعه انتخاب و داده های مربوط به آنها از طریق آمارنامه ها و سالنامه های آماری استان بوشهر در سایت سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان و همچنین در برخی موارد (نظیر متغیرهای آموزشی) نیز با مراجعه و تماس با سازمان مربوطه، جمع آوری و جهت انجام پردازشهای بعدی به محیط Excel وارد شد. جدول شماره (۱) فهرستی از متغیرهای تحقیق را همراه با دسته بندی اولیه ای از آنها در قالب ۱۲ شاخص اولیه پایه نشان می دهد.

استنتاج معیار و ضابطه واحدی برای ارزیابی توسعه یافتگی مناطق مستلزم اعمال چندین مرحله از فرآیند استنتاج منطق فازی[1] و انجام استدلالات تقریبی[2] است، به این ترتیب که در مرحله اول و بر اساس دسته بندی اولیه صورت گرفته روی مجموعه متغیرها، هرکدام ازشاخصهای ۱۲ گانه حاصل می شوند.

در مرحله بعد چهار مؤلفه ثانویه[3] توسعه یافتگی به شرح: توسعه اقتصادی (بر اساس شاخصهای کشاورزی، دامداری و صنعت)، توسعه زیربنایی (بر اساس شاخصهای زیرساختها، ارتباطات و تسهیلات شهری)، توسعه اجتماعی (بر اساس شاخصهای اشتغال، بهداشت و خدمات اجتماعی) و توسعه فرهنگی (بر اساس شاخصهای عوامل فرهنگی، آموزش و انحرافات اجتماعی) استنتاج می شوند. در سومین مرحله استنتاج از ترکیب دو مؤلفه ثانویه اقتصادی و زیربنایی توسعه، مؤلفه اولیه توسعه کالبدی و از ترکیب دو مؤلفه ثانویه دیگر اجتماعی و فرهنگی توسعه نیز مؤلفه اولیه توسعه انسانی به دست خواهد آمد. در چهارمین و آخرین مرحله از فرآیند تحلیل نیز دو مؤلفه اولیه[4] توسعه انسانی و توسعه کالبدی با یکدیگر ترکیب شده و شاخص نهایی توسعه یافتگی کلی مناطق استنتاج می شود.

شکل شماره (۱) مراحل مختلف استنتاج و پیکره اصلی مدل مورد استفاده را نشان می دهد.

۳- تشکیل پایگاه دانش[5]

همان طور که از دقت در مدل فوق و مؤلفه های توسعه یافتگی توصیف شده در آن استنباط می شود، داده ها و اطلاعات واقعی تنها در اولین سطح مدل و در رابطه با متغیرهای پایه توسعه یافتگی وجود دارند. بنابراین هرکدام از شاخصها، مؤلفه های ثانویه و اولیه و شاخص نهایی توسعه یافتگی در واقع متغیرهای

1) Fuzzy Logic Inference
2) Approximate Reasoning
3) Secondary components
4) Primary Components
5) Knowledge Base

www.SID.ir

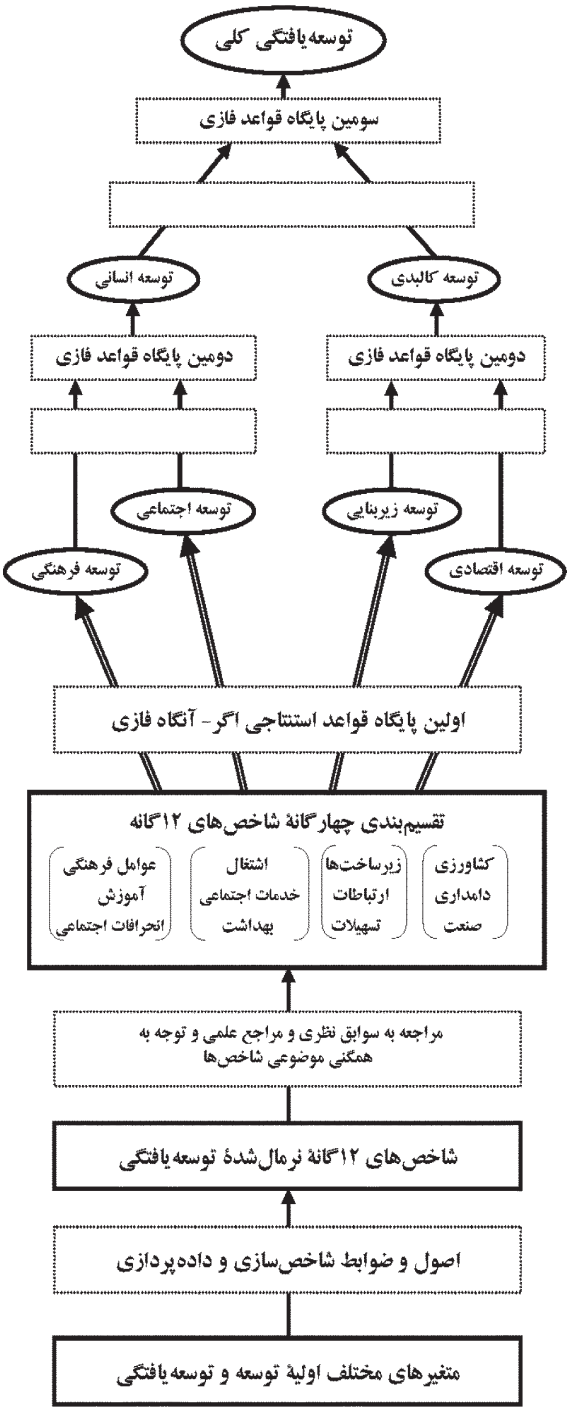
Archive of SID

جدول(۱) متغیرهای اولیه و شاخصهای پایه ارزیابی توسعه یافتگی در مدل مورد استفاده

شاخصهای اصلی		متغیرهای اولیه مربوطه	شاخصهای اصلی	متغیرهای اولیه مربوطه
۱) جمعیت و اشتغال		۱- جمعیت۸۱ ۲- تراکم جمعیت ۳- جمعیت شهری ۴- جمعیت روستایی ۵- نرخ شهرنشینی ۶- درصد جمعیت شهرستان به کل ۷- متولدین ۱۳۸۱ ۸- میزان مرگ ومیر ۱۳۸۱ ۹- جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر ۱۰- جمعیت فعال اقتصادی ۱۱- جمعیت شاغل ۱۲- جمعیت بیکار ۱۳- تعداد کارکنان استخدامی	۷) صنعت	تعداد (۱- شناورهای صیادی ۲- کارگاه پرورش میگو ۳- استخر پرورش میگو ۴- کارگاههای صنعتی ۵- پتروشیمی ۶- پالایشگاه ۷- مخازن سوختی ۸- جایگاه فروش مواد سوختی ۹- پمپ بنزین)، مقدار مصرف (۱- بنزین ۲- نفت سفید ۳- گاز مایع)
۲) کشاورزی	اراضی کشاورزی	مساحت کل (۱- اراضی قابل کشت ۲- اراضی زیرکشت ۳- آبی قابل کشت ۴- آبی زیر کشت ۵- باغ و قلمستان آبی ۶- دیم قابل کشت ۷- دیم زیرکشت ۸- باغ و قلمستان دیم ۹- گلخانه ۱۰- جنگل ۱۱- مرتع)، تعداد (۱۲- زارعین ۱۳- باغداران) بهره بردار	۸) زیر ساخت ها	تعداد (۱- روستاهای دارای برق ۲- خانوار دارای برق ۳- کل مشترکین برق ۴- طول کل راهها ۵- تراکم راهها ۶- روستاهای دارای آب لوله کشی ۷- فرودگاهها)
	آب کشاورزی	تعداد (۱- چاه عمیق ۲- چاه نیمه عمیق ۳- رشته قنات ۴- چشمه) ۵- تخلیه سالانه آب	۹) تسهیلات شهری	۱- وسعت پارك عمومی (مترمربع)، تعداد (۲- پارك عمومی ۳- توالتهای عمومی ۴- کشتارگاه ۵- میادین میوه تره بار ۶- ایستگاه آتش نشانی) ۷- ظرفیت کشتارگاه
	تولیدات	مقدار تولید (۱- خرما ۲- مرکبات)	۱۰) ارتباطات	تعداد (۱- روستاهای دارای ارتباط تلفنی ۲- دفتر پست شهری ۳- دفتر پست روستایی ۴- نمایندگی پست ۴- دفتر پست و مخابرات روستایی ۵- صندوق پست شهری ۶- صندوق پست روستایی ۷- تلفن ثابت ۸- موبایل ۹- سفرهای درون استانی ۱۰- مسافران درون استانی ۱۱- سفرهای برون استانی ۱۲- مسافران برون استانی)
	ماشینها و دیگر نهاده های کشاورزی	تعداد (۱- تراکتور ۲- تیلر ۳-کمباین ۴- تریلر ۵- دروگر ۶- موور ۷- ردیف کن ۸- بیلر ۹- چاپر ۱۰- خرمن کوب ۱۱- گاوآهن تراکتوری ۱۲- دیسک ۱۳- فارووِر ۱۴- نهرکن ۱۵- کولتیواتور ۱۶- کودپاش ۱۷- سمپاش تراکتوری ۱۸- سمپاش موتوری ۱۹- سمپاش پشتی ۲۰- موتور پمپ آب)، مقدار (۲۱- بذر ۲۲- کود ۲۳- سم)		
۳) دامداری	جمعیت دامی	تعداد کل (۱- گاو اصیل ۲- گاو دورگ ۳- گاو بومی ۴- گوسفند ۵- بز ۶- شتر)	۱۱) بهداشت	تعداد (۱- خانه های بهداشت ۲- بهورز ۳- روستاهای تحت پوشش خانه های بهداشت ۴- مراکز بهداشتی درمانی ۵- مراکز بهداشتی درمانی شهری ۶- مراکز بهداشتی- درمانی روستایی ۷- آزمایشگاه طبی ۸- داروخانه ۹- مرکز پرتونگاری ۱۰- پزشک عمومی ۱۱- پزشک متخصص ۱۲- مؤسسات درمانی (بیمارستان، زایشگاه و . . .) ۱۳- تخت فعال)
	تولیدات دامی	مقدار کل تولید (۱- شیر ۲- گوشت قرمز ۳- گوشت مرغ ۴- تخم مرغ ۵- عسل ۶- میگو)		
۴) خدمات اجتماعی		تعداد (۱- واحدهای ارائه دهنده خدمات توان بخشی ۲- مجتمع روستایی سازمان بهزیستی ۳- واحدهای مهدکودك ۴- مجتمع شهری سازمان بهزیستی ۵- بیمه شدگان تحت پوشش سازمان تأمین اجتماعی ۶- بیمه شدگان تحت پوشش خدمات درمانی ۷- مددجویان دائمی کمیته امداد)	۱۲) آموزشی	تعداد (۱- مدارس ۲- کلاسها ۳- دانش آموزان ۴- نفر در کلاس ۵- کارمندان شاغل لیسانس و بالاتر ۶- کارمندان شاغل فوق دیپلم ۷- تعداد کارمندان شاغل دیپلم ۸- کارمندان شاغل کمتر از دیپلم ۹- کلاس نهضت سوادآموزی ۱۰- دانشگاه ملی ۱۱- دانشگاه آزاد ۱۲- دانشگاه پیام نور ۱۳- علمی- کاربردی)
۵) فرهنگ		تعداد (۱- سالنهای نمایش ۲- چاپخانه ها ۳- سینماها ۴- تعداد کتابخانه عمومی ۵- ظرفیت کتابخانه ها ۶- تعداد کتاب ۷- مسجد ۸- تکیه)		
۶) انحرافات اجتماعی		تعداد (۱- قاچاقچی دستگیر شده در ارتباط با مواد مخدر ۲- معتاد دستگیر شده در ارتباط با مواد مخدر ۳- سرقت) ۴- مقدار مواد مخدر کشف شده		

www.SID.ir

Archive of SID



شکل(۱) مؤلفه های ارزیابی توسعه، مراحل اصلی استنتاج و پیکره مدل فازی مورد استفاده

www.SID.ir

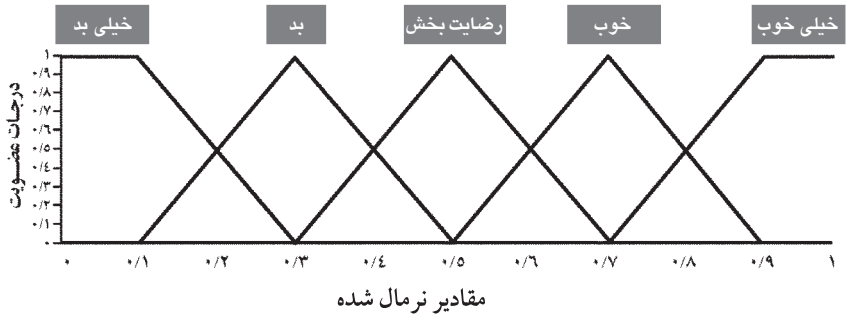
Archive of SID

زبانشناختی[1] هستند که با به کارگیری منطق فازی و استدلال تقریبی از داده های پایه استنتاج می شوند. از این رو ضرورت اصلی در طراحی یک سیستم خبره فازی، نخست انتخاب توابع عضویتی[2] با کارایی بالا برای متغیرهای زبانشناختی فوق و تعریف مجموعه های فازی ورودی و خروجی هر مرحله (تشکیل پایگاه داده) و سپس جمع آوری دانش در مورد مسأله مورد بررسی و کدکردن دانش جمع آوری شده در قالب قوانین منطقی اگر- آن گاه فازی[3] (تشکیل پایگاه قانون) می باشد (کاتبی، ۱۳۸۱؛ با تغییر).

در ادامه مجموعه های فازی متناظر با شاخصها و مؤلفه های توسعه یافتگی را تعریف کرده، قواعد منطقی برای ترکیب آنها و استنتاجات مرحله ای توسعه یافتگی را بیان نموده و با پیاده کردن آن در *Tool Box* منطق فازی نرم افزار *MATLAB*، استدلالات تقریبی مربوطه را انجام خواهیم داد.

۳- ۱ - تشکیل پایگاه داده[4] (مجموعه های فازی و توابع عضویت)

هرکدام از سه متغیر زبانی توسعه یافتگی کلی[5] (ODI) و مؤلفه های اولیه توسعه انسانی[6] (HD) و توسعه کالبدی[7] (PD) را به صورت مجموعه هایی فازی با ۵ مقدار (ارزش) زبانی[8] *خیلی بد* (VB)، بد (B)، رضایتبخش (S)، خوب (G) و خیلی خوب (VG) و با توابع عضویتی ذوزنقه ای[9] مانند آنچه در شکل شماره (۲) آمده است، در نظر می گیریم.



شکل(۲) مجموعه فازی، ارزشهای زبانی و توابع عضویت مربوطه برای ODI، HD و PD

مقادیر نرمال شده در محور افقی (ورودیهای مرحله سوم)، خروجیهای نافازی شده و نرمال شده مرحله دوم است که با ترکیب هرکدام از دو گروه مؤلفه های ثانویه، مؤلفه های اولیه HD و PD استنتاج

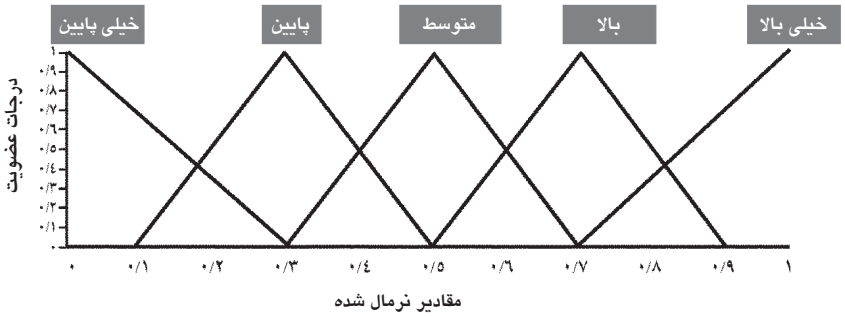
1) Linguistic Variables
2) Membership Functions (MF)
3) Fuzzy IF-THEN Logical Rules
4) Data Base
5) Overall Development Index
6) Human Development
7) Physical Development
8) Linguistic Value
9) Trapezoidal Shape MFs

www.SID.ir

Archive of SID

می شوند.

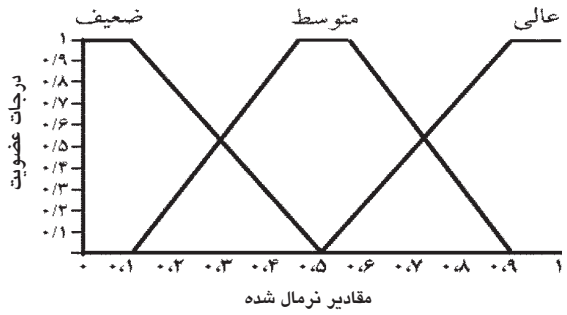
برای هرکدام از چهار مؤلفه ثانویه توسعه یافتگی یعنی توسعه اقتصادی (ED)، توسعه زیربنایی (ID)، توسعه اجتماعی (SD) و توسعه فرهنگی (CD) نیز توابع عضویتی مثلثی شکل[1] و بصورت مجموعه های فازی دیگری با ۵ ارزش یا مقدار زبانی خیلی پائین (VL)، پائین (L)، متوسط (I)، بالا (H) و خیلی بالا (VH) به شکل زیر تعریف شد.



شکل(۳) مجموعه فازی، ارزشهای زبانی و توابع عضویت مربوطه برای مؤلفه های ثانویه

مجدداً مقادیر نرمال شده در محور افقی یا به عبارت دیگر ورودیهای دومین مرحله استنتاج، خروجیهای مرحله اول بوده که در آن هرکدام از ۴ گروه شاخصهای سه گانه برای استنتاج هرکدام از ۴ متغیر ثانویه به طور مجزا ترکیب می شوند.

در اولین پایگاه داده نیز شاخصهای ۱۲ گانه فوق در قالب مجموعه های فازی با توابع عضویت ذوزنقه ای شکلی به صورت زیر و با سه مقدار یا ارزش *زبانی عالی* (*E: Excellent*)، *متوسط* (*M: Moderate*) و *ضعیف* (*W: Weak*) تعریف می شوند.



شکل(۴) مجموعه فازی، ارزشهای زبانی و توابع عضویت مربوطه برای شاخصهای ۱۲ گانه

1) Triangular Shape MFs

www.SID.ir

Archive of SID

ورودیها یا مقادیر نرمال شده در محور افقی نیز از آماده سازی و پردازش داده های[1] اولیه متغیرهای پایه بر اساس اصول و روشهای آماری شاخص سازی و سپس نرمال نمودن آنها در دامنه ای بین ۰ تا ۱ حاصل می شوند .

لازم به یادآوری است که دلیل استفاده از توابع مثلثی و ذوزنقه ای ، علاوه بر سادگی محاسبات در قسمتهای بعدی ، قابلیت بیشتر آنها در به تصویر کشیدن و انتقال مفاهیم و روش شناسی منطق فازی نسبت به انواع دیگر است ، که خود هدفی برای مقالهٔ حاضر محسوب می شود .

شایان ذکر است که ۱۲ شاخص فوق را نیز می توان با در نظر گرفتن مرحله دیگری از استدلالات تقریبی فازی و بر اساس متغیرهای پایه استنتاج نمود ، لکن به دلیل کثرت تعداد قوانین لازم برای تشکیل پایگاه قانون مربوطه و ابهام زیاد در تعریف توابع عضویت متفاوت و مناسب برای تک تک متغیرها ، پیچیدگی سیستم بسیار افزایش یافته و به زمان بسیار زیادی نیز برای تشکیل پایگاه دانش لازم نیاز است . به همین دلیل برای تهیه و استخراج آنها از روشهای آماری استفاده شد و عملیات نرمال سازی[2] نیز به شرحی که در ادامه خواهد آمد ، جهت آماده نمودن آنها به عنوان ورودیهای اصلی سیستم فازی مورد استفاده ، انجام شد .

۳- ۲- تشکیل پایگاه قانون[3] (قواعد منطقی فازی)

مهمترین بحث در روش استنتاج فازی ساختن پایگاه قانون است که قوانینی را از سطح شاخصهای پایه تا بالاترین سطح توسعه یافتگی به دست می دهد . این قوانین در واقع بیانگر وابستگی های متقابل بین شاخصها و مؤلفه های توسعه و نحوهٔ تعامل و تأثیر و تأثر آنها بر یکدیگر است (Fuller & Carelsson, ۲۰۰۱) . مثالی از قواعد اگر- آن گاه مورد استفاده در مدل عبارت است از :

۱) *اگر توسعه انسانی* ***خوب*** *باشد و توسعهٔ کالبدی بد باشد ، آن گاه توسعه یافتگی کلی بد است (از پایگاه سوم) ؛*

۲) *اگر توسعه اجتماعی* ***خیلی پایین*** *باشد یا توسعه فرهنگی* ***خیلی پایین*** *باشد ، آن گاه توسعه انسانی* ***خیلی بد*** *است (از پایگاه دوم) ؛*

۳) *اگر اشتغال* ***متوسط*** *باشد و خدمات اجتماعی* ***عالی*** *باشد و بهداشت* ***ضعیف*** *باشد ، آن گاه توسعه*

1) Data Processing 2) Normalization 3) Rule Base

www.SID.ir

Archive of SID

اجتماعی پایین است (از پایگاه اول).

همان طور که ملاحظه می شود هر قانون از دو بخش مقدم[1] (اگر) و تالی[2] (آن گاه) تشکیل می شود که بخش تالی همواره یک عبارت اسمی ولی بخش مقدم معمولاً شامل چندین عبارت اسمی (یا اصطلاحاً چندین شرط) است که با رابط «و» منطقی[3] با هم مرتبط می شوند. تعداد این قوانین به تعداد ورودیها و تعداد طبقات بین ورودیها (سطوح مختلف مؤلفه ها) و همچنین نوع مجموعه های فازی تعریف شده در پایگاه داده (تعداد ارزش های زبانیِ هرکدام از مؤلفه های اولیه، ثانویه و شاخصها) بستگی دارد (Attar, ۲۰۰۲).

با به کارگیری «و» منطقی و متناظر آن عملگر[4] min برای ترکیب شرایط در بخش مقدم قوانین، تعداد $۵^۲=۲۵$ قانون برای استنتاج توسعه یافتگی کلی (ODI) از روی مؤلفه های اولیه HD و PD توسعه، در سومین پایگاه قانون لازم است، چون در بخش مقدم قوانین از ۲ متغیر زبانی که هرکدام دارای ۵ مقدار زبانی هستند استفاده می شود. همچنین در دومین پایگاه قانون نیز استنتاج هرکدام از ۲ مؤلفه اولیه انسانی و کالبدی توسعه از روی مؤلفه های ثانویه مربوطه مستلزم تنظیم $۵^۲=۲۵$ قانون (۲ متغیر زبانی و ۵ مقدار زبانی برای هرکدام) است. بدین ترتیب در دومین پایگاه تعداد ۵۰ قانون اگر- آن گاه فازی خواهیم داشت.

در اولین پایگاه قانون نیز هرکدام از ۴ مؤلفه ثانویه از ترکیب $۳^۳=۲۷$ قانون استنتاج می شوند که ۳ شاخص (متغیر زبانی) و هرکدام با ۳ ارزش زبانیِ ضعیف، متوسط و عالی در آن دخیل هستند. بنابراین تعداد $۴\times۲۷=۱۰۸$ قانون نیز در اولین پایگاه قانون وجود خواهد داشت.

جدول شماره (۲) نحوهٔ ترکیب قوانین و نتایج حاصل از آنها را در ۳ پایگاه قانون فوق نشان می دهد. در این جدول از دومین پایگاه تنها یک گروه ۲۵تایی (در رابطه با توسعه انسانی) و از اولین پایگاه نیز تنها یک گروه ۲۷تایی (در رابطه با توسعه اجتماعی) آمده است.

۴. نرمال سازی داده های پایه

در اولین مرحله از فرآیند استنتاج داده های پردازش شده کمی و عینی شاخصهای پایه به سیستم وارد می شوند. این اطلاعات با وجود پردازشهای موازی و اعمال روشهای استاندارد، دارای مقیاس های

1) Antecedent
2) Consequent
3) Logical And Connective
4) Min Operator

www.SID.ir

Archive of SID

جدول(۲)قواعد زبانی (فازی) مربوط به استنتاج مؤلفه های اولیه ، ثانویه وکلی توسعه یافتگی درپایگاههای مربوطه

الف – ۲۵ قانون پایگاه سوم برای استنتاج ***توسعه یافتگی کلی*** (OD)

توسعه انسانی (HD)	خیلی بد(VB)	بد(B)	رضایت بخش(S)	خوب(G)	خیلی خوب(VG)
توسعه کالبدی (PD)					
خیلی بد (*VB*)	*VB*	*VB*	*VB*	*VB*	*VB*
بد (*B*)	*VB*	*B*	*B*	*B*	*B*
رضایت‌بخش (*S*)	*VB*	*B*	*S*	*S*	*S*
خوب (*G*)	*VB*	*B*	*S*	*G*	*G*
خیلی خوب (*VG*)	*VB*	*B*	*S*	*G*	*VG*

ب – ۲۵ قانون پایگاه دوم برای استنتاج مؤلفه اولیهٔ ***توسعه انسانی*** و به طریقی مشابه برای دیگر مؤلفه اولیه توسعهٔ کالبدی

توسعه اجتماعی(SD)	خیلی پایین(VL)	پایین(L)	متوسط(A)	بالا(H)	خیلی بالا(VH)
توسعه فرهنگی (PD)					
خیلی پایین (*VL*)	*VL*	*VL*	*VL*	*VL*	*VL*
پایین (*L*)	*VL*	*L*	*L*	*L*	*L*
متوسط (*A*)	*VL*	*L*	*A*	*A*	*A*
بالا (*H*)	*VL*	*L*	*A*	*H*	*H*
خیلی بالا (*VH*)	*VL*	*L*	*S*	*H*	*VH*

پ – ۲۷ قانون پایگاه اول برای استنتاج ***مؤلفه های ثانویه***

ورودیها (شرایط قسمت مقدم قوانین) خروجی (قسمت تالی قوانین)

(توسعه اجتماعی و به طریقی مشابه هر کدام از ۳دیگر مؤلفه ثانویه)

قانون ۴	اگر «اشتغال»	و «خدمات اجتماعی»	و «بهداشت» باشد ؛	آنگاه «توسعه اجتماعی»
۱	عالی	عالی	عالی	خیلی بالا
۲	عالی	عالی	متوسط	بالا
۳	عالی	عالی	ضعیف	رضایت‌بخش
٤	عالی	متوسط	عالی	بالا
٥	عالی	متوسط	متوسط	رضایت‌بخش
٦	عالی	متوسط	ضعیف	رضایت‌بخش
۷	عالی	ضعیف	عالی	بالا
۸	عالی	ضعیف	متوسط	پایین
۹	عالی	ضعیف	ضعیف	خیلی پایین
۱۰	متوسط	عالی	عالی	بالا
۱۱	متوسط	عالی	متوسط	بالا
۱۲	متوسط	عالی	ضعیف	پایین
۱۳	متوسط	متوسط	عالی	بالا
۱٤	متوسط	متوسط	متوسط	رضایت‌بخش
۱٥	متوسط	متوسط	ضعیف	پایین
۱٦	متوسط	ضعیف	عالی	رضایت‌بخش
۱۷	متوسط	ضعیف	متوسط	پایین
۱۸	متوسط	ضعیف	ضعیف	خیلی پایین
۱۹	ضعیف	عالی	عالی	بالا
۲۰	ضعیف	عالی	متوسط	رضایت‌بخش
۲۱	ضعیف	عالی	ضعیف	خیلی پایین
۲۲	ضعیف	متوسط	عالی	رضایت‌بخش
۲۳	ضعیف	متوسط	متوسط	پایین
۲٤	ضعیف	متوسط	ضعیف	خیلی پایین
۲٥	ضعیف	ضعیف	عالی	پایین
۲٦	ضعیف	ضعیف	متوسط	خیلی پایین
۲۷	ضعیف	ضعیف	ضعیف	خیلی پایین

www.SID.ir

Archive of SID

متفاوت و همچنین در دامنه های متفاوتی هستند. لذا به جای استفاده از اطلاعات هر شاخص به صورت مستقیم، جهت به دست آوردن یک مقیاس عمومی و واحد برای تمامی شاخصها به منظور سهولت تلفیق قوانین، انجام عملیات استنتاج و محاسبات فازی، تک تک شاخصها در دامنه از ۰ تا ۱ نرمال شدند. ضرورت این عملیات از گستردگی دامنه و پراکندگی بسیار مقادیر ورودیهای سیستم و در نتیجه نامناسب بودن آنها برای بیان مستقیم در قالب مجموعه های فازی همانند ناشی می شود (Dixon,۲۰۰۱).

برای هر شاخص پایهٔ I، مقادیری به عنوان هدف، یک حداقل $\underline{I}$ و یک حداکثر $\bar{I}$ اختصاص می دهیم. مقدار هدف T_i، مقدار واحدی است برابر مقدار ماکزیمم شاخص (در صورتی که وضعیت واحد یا منطقه دارای مقدار ماکزیمم، بهینه و ایده ال باشد) و در غیر این صورت (که اغلب نیز چنین است) مقداری بزرگتر از مقدار ماکزیمم و با توجه وضعیت تمامی واحدها خواهد بود. مقدار مینیمم نیز از مجموعه اندازه گیریهای در دسترس شاخص از مجموعه واحدهای مورد ارزیابی (واحدهای برنامه ریزی یا مناطق مختلف) اخذ می شود (Andrian,۲۰۰۴).

چنانچه x_i مقدار شاخص I از واحد مورد ارزیابی باشد، مقدار نرمال شده آن (y_i) از رابطهٔ زیر به دست می آمده و به عنوان ورودی سیستم استفاده خواهد شد.

$$y_i(x_i) = \frac{x_i - \underline{I}}{T_i - \underline{I}} \qquad (۱)$$

جدول زیر مقادیر نرمال شده شاخصهای ۱۲ گانه را برای واحدها (مناطق) مورد مطالعه نشان می دهد.

جدول(۳) مقدار نرمال شدهٔ شاخصهای ۱۲ گانه براساس رابطهٔ فوق

شاخص / مکان	توسعه اقتصادی			توسعه زیربنایی			توسعه اجتماعی			توسعه فرهنگی		
	کشاورزی	دامداری	صنعت	زیرساختها	ارتباطات	تسهیلات شهری	جمعیت و اشتغال	خدمات اجتماعی	بهداشت	عوامل فرهنگی	آموزش	انحرافات اجتماعی
بوشهر	۰/۰۸۳	۰	۰/۵۰۸	۰/۸۷۵	۰/۰۷	۰/۶۱۶	۰/۸۶۷	۰/۷۷۱	۰/۷۸۸	۰/۸۴۵	۰/۸۶۷	۰/۸۴۵
تنگستان	۰/۲۱۷	۰/۳۱۸	۰/۴۰۸	۰/۵۷۳	۰/۱۲۵	۰/۷۳۲	۰/۱۶۷	۰/۰۲۹	۰/۲۰۵	۰/۴۸۷	۰/۱۸۳	۰/۴۸۷
دشتستان	۰/۹۷۵	۰/۸۶۷	۰	۰/۴۵	۰/۰۷	۰/۶۶۴	۰/۴۳۲	۰/۵۵۱	۰/۷۵۴	۰/۵۱۳	۰/۸۶۷	۰/۵۱۳
دشتی	۰/۳۸۳	۰/۴۸۹	۰	۰	۰/۰۱۷	۰/۴۵۶	۰/۲۳۳	۰/۱۴۳	۰/۲۶۷	۰/۴۱۲	۰/۳۳۳	۰/۴۱۲
دیلم	۰/۰۸۳	۰	۰/۵۸۶	۰	۰/۸۱	۰/۳۶	۰/۲۶۷	۰/۰۸۶	۰/۰۷۷	۰/۳۰۳	۰/۱۶۷	۰/۳۰۳
دیر	۰	۰	۰/۸۴	۰	۰/۴۰۵	۰/۷۱۲	۰/۳	۰/۴۹۴	۰	۰	۰	۰
کنگان	۰/۲۱۷	۰	۰/۷	۰/۷۷۵	۰/۲۰۲	۰/۲۴	۰/۲۳۳	۰/۳۲۹	۰/۱۶۵	۰/۱۳	۰/۲	۰/۱۳
گناوه	۰/۰۸۳	۰/۵۳۳	۰/۳	۰/۶۵	۰	۰	۰/۴۴	۰/۲	۰/۲۳	۰/۲۲۵	۰/۳۴۲	۰/۲۲۵
جم	۰/۲۴۲	۰	۰/۲	۰/۸۷۵	۰/۶۵۳	۰	۰	۰	۰/۲۵۸	۰/۰۳۴	۰	۰/۰۳۴

www.SID.ir

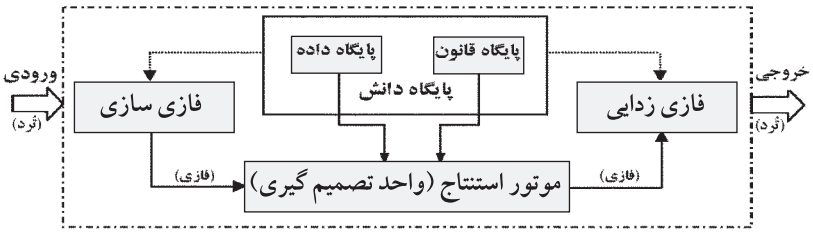
Archive of SID

مقادیر صفر در جدول فوق مربوط به مقادیر حداقل در داده های نرمال نشده است . گرچه می توان فرمول (۱) را طوری تعریف کرد که مقادیر حداقل نیز صفر نشوند، لکن از آن جایی که در تعریف تابع عضویت برای فازی سازی داده های نرمال (شکل شماره ۴)، برای تمامی مقادیر کوچکتر از ۰/۱ ارزش زبانی ضعیف و با درجه عضویت ۱ در نظر گرفته شده است، نتیجه فرآیند فازی سازی برای تمامی مقادیر کمتر از ۰/۱ یکسان خواهد بود .

۵. فرآیند استنتاج و محاسبات فازی مدل

در مراحل قبل با تشکیل پایگاه داده هرکدام از متغیرهای توسعه یافتگی کلی، مؤلفه های اولیهٔ توسعه انسانی و کالبدی و چهار مؤلفه ثانویه توسعه اقتصادی، زیربنایی، اجتماعی و فرهنگی به صورت متغیرهایی زبانی (فازی) و در قالب توابع عضویت مشخصی برای سیستم تعریف و مشخص شدند . داده های اولیه شاخصهای پایه نیز نرمال شده و به عنوان ورودیهای اصلی به سیستم معرفی شدند .

تشکیل پایگاه قوانین نیز دانش، مبنا و زمینه منطقی لازم برای فرآیند استدلال را فراهم آورده و اینک در این مرحله، به عنوان اصلی ترین مرحله تحلیل، استدلال تقریبی و استنتاج فازی به شکل قواعد اگر- آن گاه فازی بر روی ورودیهای مدل در مراحل مختلف آن اعمال شده، از خروجی هر مرحله به عنوان ورودی مرحله بعد استفاده خواهد شد تا آخرین خروجی فازی سیستم استخراج شده و در گام بعدی مقادیر قطعی نهایی از طریق عملیات نافازی سازی برای توسعه یافتگی کلی سیستم و هرکدام از مؤلفه های اولیه و ثانویه آن حاصل شود . نمودار زیر مراحل اصلی و شمای کلی فرآیند استنتاج را در منطق فازی نشان می دهد .



شکل(۵) شمای کلی و مراحل اصلی در یک سیستم استنتاج فازی (Roger Jang, ۱۹۹۳)

همان طور که ملاحظه می شود، این مرحله از تحلیل خود ترکیبی از سه مرحله عملیات فازی سازی[1]،

1) Fuzzification

www.SID.ir

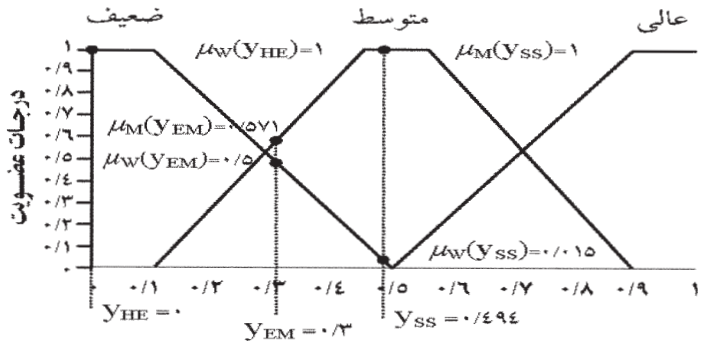
Archive of SID

استنتاج[1] و نافازی سازی[2] است و هرکدام از مراحل سه گانه تحلیل در مدل معرفی شده در این مقاله برای ارزیابی فازی توسعه یافتگی در برنامه ریزی های منطقه ای، این سه سری عملیات را شامل می شود. در ادامه با ذکر مثالی به تشریح جداگانه عملیات فازی سازی، استنتاج و نافازی سازی و محاسبات مربوطه خواهیم پرداخت.

مقادیر نرمال سه شاخص «اشتغال»، «خدمات اجتماعی» و «بهداشت» برای شهرستان دیراز جدول شماره (۳) به ترتیب برابر با y_{EM} = ۰/۳، y_{SS} = ۰/۴۹۴ و y_{HE} = ۰ را انتخاب نموده و مؤلفه ثانویه توسعه اجتماعی را برای این شهرستان، بر اساس قوانین منطقی جدول شماره (۲) (پایگاه قانون) و با توجه به توابع عضویت اشکال (۳) و (۴) (پایگاه داده) استنتاج خواهیم نمود.

۵- ۱- فازی سازی

اولین گام، فازی کردن مقادیر قطعی فوق برای سه شاخص مورد نظر به عنوان ورودیهای سیستم است. نتایج این عملیات با توجه به شکل شماره (۴) در پایگاه داده مربوطه و معادلات خطی توابع عضویت آن (که جهت رعایت اختصار از آوردن آنها در متن مقاله خودداری شده است)، ورودیهای فازی زیر برای بخش محاسباتی موتور استنتاج خواهد بود. شکل (۶) نمایش تصویری عملیات فازی سازی فوق است.



شکل(۶) مقادیر زبانی و فازی سازی ورودیهای قطعی

ورودی اول: اشتغال به میزان $\mu_w(y_{EM})$ = ۰/۵ ضعیف و به میزان $\mu_M(y_{EM})$ = ۰/۵۷۱۵ متوسط است.

1) Inference 2) Defuzificatioin

www.SID.ir

Archive of SID

ورودی دوم: خدمات اجتماعی به میزان ۰/۰۱۵ = $\mu_W(y_{SS})$ ضعیف و به میزان ۱ = $\mu_M(y_{SS})$ متوسط است .

ورودی سوم: بهداشت به میزان ۱ = $\mu_W(y_{HE})$ ضعیف است .

۵ - ۲ - استنتاج

تنها قوانینی از پایگاه قانون با این ورودیها سازگاری دارند که در آنها اشتغال با مقادیر زبانی ضعیف یا متوسط ، خدمات اجتماعی نیز با مقادیر زبانی ضعیف یا متوسط و بهداشت نیز تنها با ارزش زبانی ضعیف بیان شده باشند . با مراجعه به قوانین مربوط به استنتاج مؤلفه ثانویه توسعه اجتماعی (جدول شماره ۲) تنها ۴ قانون ۲۷ ، ۲۴ ، ۱۸ و ۱۵ بیانگر این شرایط بوده و همان طور که ملاحظه می شود، توسعهٔ اجتماعی را تنها با دو مقدار زبانی خیلی پایین و پایین استنتاج می کنند (تالی ۴ قانون فوق) .

به کمک ورودیهای فازی شده و قوانین چهارگانه فوق، اینک توسعه اجتماعی را بر اساس «قانون ترکیبی استنتاج»[1] (CRI) و طی دو مرحله استنتاج می کنیم (Cornelissen, ۲۰۰۱) .

در مرحله اول که به فرآیند استلزام[2] معروف است، بر اساس مقادیر عضویت مقدمات (صغرای[3] منطقی) هر قانون، برای ترم زبانی بخش تالی (کبرای[4] منطقی) نیز درجه ای از عضویت محاسبه می شود . روشهای استلزام برای محاسبهٔ درجه عضویت تالی فراوانند . از جمله معروفترین و رایجترین آنها روش استلزام ممدانی[5] و روش استلزام سوگنو[6] می باشند . در روش ممدانی -که در این مقاله نیز از همین روش استفاده می شود- از عملگر min برای بیان «و» منطقی در قسمت مقدمات قوانین استفاده می شود . بدین ترتیب حداقل مقادیر عضویت مقدمات هر قانون تعیین کننده درجه عضویت تالی آن قانون خواهد بود (Storm, ۲۰۰۵ و وحیدیان، ۱۳۸۱) .

بر این اساس نتیجه قوانین چهارگانه فوق عبارت خواهند بود از :

قانون ۱۵ : *اگر اشتغال* به میزان ۰/۵۷۱ *متوسط و خدمات اجتماعی* به میزان ۱ متوسط و *بهداشت* به میزان ۱ (۱۰۰٪) ضعیف باشد؛ آن گاه توسعه اجتماعی به میزان ۰/۵۷۱ (= min{۰/۵۷۱ و ۱ و ۱}) **پایین** است .

قانون ۱۸ : اگر *اشتغال* به میزان (با درجهٔ عضویت) ۰/۵۷۱ *متوسط* و *خدمات اجتماعی* به میزان

1) Compositional Rule of Inference
2) Implication Process
3) Minor Promise
4) Major Promise
5) Mamdani Implication Method
6) Sugeno Implication Method

www.SID.ir

Archive of SID

۰٫۰۱۵ ضعیف و *بهداشت* به میزان ۱ ضعیف باشد؛ آن گاه توسعهٔ اجتماعی به میزان ۰٫۰۱۵ ({۱ و ۰٫۰۱۵ و ۰٫۵۷۱} min =) **خیلی پایین** است.

قانون ۲۴: اگر *اشتغال* به میزان ۰٫۵ *ضعیف* و *خدمات اجتماعی* به میزان ۱ *متوسط* و *بهداشت* به میزان ۱ (۱۰۰٪) ضعیف باشد؛ آن گاه توسعهٔ اجتماعی به میزان ۰٫۵ ({۱ و ۱ و ۰٫۵} min =) **خیلی پایین** است.

قانون ۲۷: اگر *اشتغال* به میزان ۰٫۵ *ضعیف* و *خدمات اجتماعی* به میزان ۰٫۰۱۵ *ضعیف* و *بهداشت* به میزان ۱ (۱۰۰٪) ضعیف باشد؛ آن گاه توسعهٔ اجتماعی به میزان ۰٫۰۱۵ ({۱ و ۰٫۰۱۵ و ۰٫۵} min =) **خیلی پایین** است.

مقدار عضویت یا نتیجه ۲۳ قانون دیگر برای استنتاج توسعه اجتماعی در شهرستان دیر صفر است. شکل شماره (۷) استلزام فوق را به صورت ترسیمی نشان می دهد. همان طور که نشان داده شده است، در روش ترسیمی، تعیین درجه عضویت تالی از طریق عملیات *سَرزنی*[1] توابع عضویت مقدمات هر قانون انجام شده است.

مرحله دوم استنتاج، ترکیب نتایج فازی چهار قانون مورد استفاده و تولید خروجی واحدی برای توسعه اجتماعی در قالب یک مجموعه فازی است. در مورد شهرستان دیر، همانگونه که دیدیم، از پنج مقدار زبانی خیلی بالا، بالا، رضایتبخش، پایین و خیلی پایین تعریف شده برای توسعه اجتماعی در پایگاه داده، تنها دو مقدار خیلی پایین و پایین در نتایج چهار قانون مورد استفاده وجود داشتند. بنابراین در خروجی فازی نهایی نیز همین دو مقدار نقش داشته و این مرحله در واقع محاسبه درجه عضویت این دو مقدار است. درجات عضویت سه مقدار دیگر نیز صفر خواهد بود.

مقدار زبانی پایین تنها در نتیجه قانون ۱۵ و با درجه عضویت ۰٫۵۷۱ (حاصل فرآیند استلزام) وجود دارد که عیناً با همین درجه در خروجی توسعه اجتماعی نیز جود خواهد داشت. مقدار زبانی خیلی پایین در نتیجه سه قانون دیگر و با درجات مختلف ۰٫۰۱۵ ، ۰٫۵ و ۰٫۰۱۵ ظاهر شده است. درجه عضویت نهایی برای مقدار خیلی پایین از تلفیق[2] (یا تجمیع) این درجات محاسبه میگردد. در روش ممدانی از عملگر max برای این منظور استفاده می شود (Storm,۲۰۰۵ و وحیدیان، ۱۳۸۱). به این ترتیب میزان خیلی پایین بودن توسعه اجتماعی در شهرستان دیر نیز برابر با ۰٫۵ ({۰٫۰۱۵ و ۰٫۵ و

1) Truncation 2) Aggregation

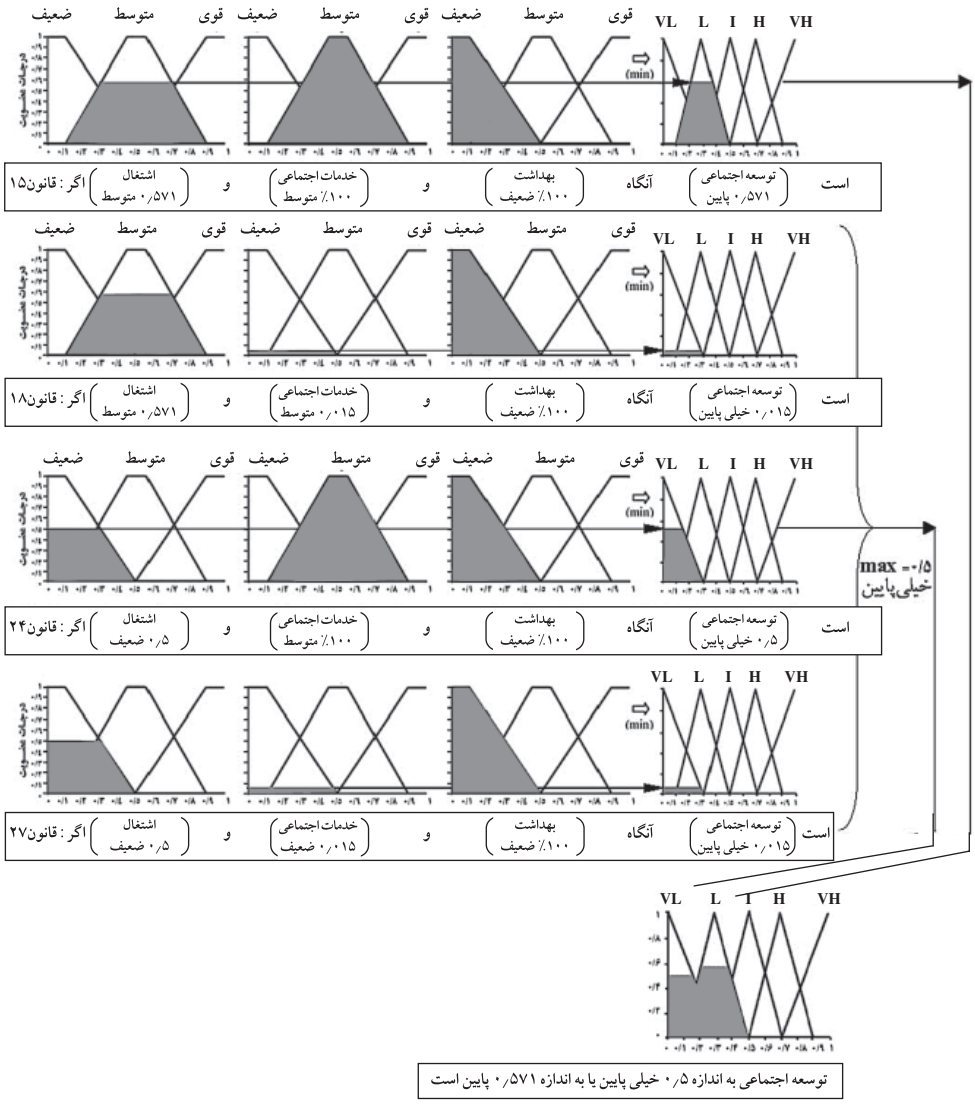
www.SID.ir

Archive of SID

۰/۰۱۵}max =) خواهد بود . بنابراین توسعه اجتماعی دیر با درجه عضویت ۰/۵ خیلی پایین و با درجه عضویت ۰/۵۷۱ نیز پایین است .

$$T_{SD} = \left\{ \frac{VL}{0.5} \quad , \quad \frac{L}{0.571} \right\} \qquad (۲)$$

نمایش ترسیمی فرآیند تجمیع نیز در شکل (۷) آمده است .



شکل(۷) استنتاج با استفاده از قوانین ۱۵ ، ۱۸ ، ۲۴ و ۲۷

www.SID.ir

Archive of SID

۵- ۳- نافازی سازی

همان طور که ملاحظه شد، نتیجهٔ نهایی فرآیند استنتاج یک خروجی فازی است. برای استفاده عملی و امکان به کارگیری آن در تحلیلها، برنامه ریزیها و تصمیم گیریهای بعدی و مشخص شدن ماهیت عمل انجام گرفته به وسیله سیستم (Ross, ۱۹۹۵)، لازم است که خروجی فوق از حالت فازی به مقداری قطعی برگردانده شود.

سومین و آخرین قسمت فرآیند استنتاج، که به نافازی سازی معروف است، در واقع واحدی است که به صورت تابعی از یک مجموعه فازی به یک مقدار قطعی عمل کرده (Dixon,۲۰۰۱) و با توجه به خیلی پایین بودن توسعه اجتماعی به اندازه ۰/۰۵ و پایین بودن آن به اندازه ۰/۵۷۱ در شهرستان دیر، مقدار عددی و قطعی واحدی را به عنوان درجه و میزان توسعه اجتماعی در این شهرستان به دست می دهد.

روشهای متنوع و زیادی برای نافازی سازی نتایج فازی فرآیند استنتاج نیز توسعه پیدا کرده اند. از میان آنها دو روش مرکز ثقل[1] (یا مرکز سطح) و نافازی ساز ارتفاع[2] رواج و کاربرد بیشتری یافته است. در روش مرکز ثقل -که اولین بار در سال ۱۹۸۵ توسط سوگنو معرفی شد- مقدار قطعی نهایی در واقع مرکز سطح زیر منحنی در مجموعه فازی نهایی است. بر این اساس فرمول محاسبه مرکز ثقل در مثال مورد بررسی عبارت خواهد بود از:

$$Def\ (T_{SD}) = \frac{\sum_j x_j . \mu_{T_{SD}}(x_j)}{\sum_j \mu_{T_{SD}}(x_j)} \qquad (۳)$$

x_j معرف مقدار یا مرکزیت j امین عضو یا مقدار زبانی (سطح زیرمنحنی تابع عضویت مربوطه) در مجموعه فازی خروجی روی محور افقی و $\mu_{T_{SD}}(x_j)$ نیز درجه عضویت j امین مقدار زبانی در مجموعه فازی خروجی است. به این ترتیب ملاحظه می شود که مرکز ثقل را می توان نقطه ای روی محور x (افقی) در نظر گرفت که با فرض سطح کل زیرمنحنی به عنوان صفحه ای با چگالی یکسان، حول آن تعادل داشته باشد (Ross,۱۹۹۵).

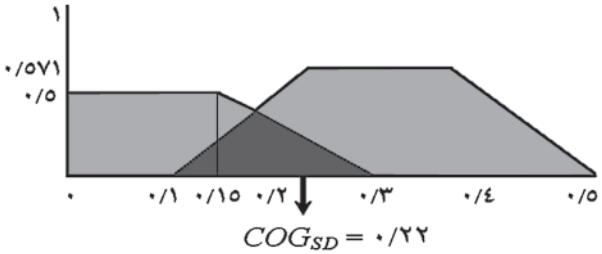
در مثال مورد بررسی (استنتاج توسعه اجتماعی در شهرستان دیر)، مقداز نافازی نهایی به عنوان خروجی سیستم استنتاج فازی، عبارت خواهد بود از:

$$T_{SD\,\text{دیر}} = ((۰/۱۲۵ \times ۰/۵) + (۰/۳ \times ۰/۵۷۱۵)) / (۰/۵ + ۰/۵۷۱۵) = ۰/۲۲$$

1) Centroid, Center of Gravity (COG) or Center of Area
2) Height Difuzzification

www.SID.ir

Archive of SID



شکل(۸) نمایش گرافیکی نافازی سازی به روش مرکز ثقل

که در آن مقدار ۰/۱۲۵ برای مرکزیت سطح زیرمنحنی خیلی پایین از معادله ((۰/۱۵/۳) + (۰/۱۵/۲)) به دست آمده است . عدد ۰/۱۵ نیز مختصات x برای ۰/۵۷۱ = y روی منحنی مقدار زبانی خیلی پایین می باشد که بر اساس معادله تابع عضویت مربوطه محاسبه شده است . (به شکل شماره ۳ مراجعه شود)

۶- نتیجه گیری

فرآیند استنتاج تشریح شده در فوق برای ارزیابی و محاسبه تک تک مؤلفه های ثانویه ، اولیه و شاخص کلی توسعه یافتگی و برای هرکدام از شهرستانهای نه گانه مورد مطالعه ، به طور جداگانه و به کمک Tool Box منطق فازیِ نرم افزار MATLAB اجرا شد . جدول زیر نتایج حاصل از این استنتاجات را نشان می دهد .

جدول(۴) مقادیر مؤلفه های مختلف توسعه در منطقه مورد مطالعه

مؤلفه‌های توسعه	بوشهر	تنگستان	دشتستان	دشتی	دیلم	دیر	کنگان	گناوه	جم
توسعه اجتماعی (SD)	۰/۷۱۹	۰/۱۶۲	۰/۵۶۹	۰/۲۴۵	۰/۱۱	۰/۲۲۸	۰/۲۲۵	۰/۲۷۴	۰/۱۰۹
توسعه فرهنگی (CD)	۰/۶۰۹	۰/۴۲	۰/۶۷۷	۰/۴۹۱	۰/۳۳۹	۰/۰۹۷	۰/۲۱۲	۰/۴۳۵	۰/۰۹۶۷
توسعه انسانی (HD)	۰/۶۰۷	۰/۲۰۹	۰/۵۷۵	۰/۲۷۳	۰/۱۳۶	۰/۱۱۸	۰/۲۵۳	۰/۲۸۷	۰/۱۱۸
توسعه اقتصادی (ED)	۰/۰۹۶۷	۰/۳۰۸	۰/۶۷۵	۰/۲۶	۰/۰۹۷۹	۰/۰۹۹	۰/۲۹۳	۰/۲۲۸	۰/۱۸۷
توسعه زیربنایی (ID)	۰/۴۳۶	۰/۴۱۵	۰/۲۸۱	۰/۰۹۶۷	۰/۳۷۴	۰/۳۶۴	۰/۲۷۸	۰/۱۰۴	۰/۴۷۹
توسعه کالبدی (PD)	۰/۱۱۷	۰/۳۱۴	۰/۲۹۱	۰/۱۱۳	۰/۱۱۹	۰/۱۱۷	۰/۲۹	۰/۱۲۵	۰/۲۳۴
شاخص توسعه‌یافتگی کلی (ODI)	۰/۱۵۳	۰/۲۵۱	۰/۲۹۵	۰/۱۴۱	۰/۱۵۵	۰/۱۴۸	۰/۲۷۸	۰/۱۶	۰/۱۴۹

نتایج فوق هیچ گونه ارتباط معنی داری را بین ابعاد انسانی و فیزیکی توسعه نشان نمی دهد ($r_{HD,PD}$ = ۰/۰۷۱)، همچنین شاخص کلی توسعه یافتگی نیز تنها با بعد فیزیکی توسعه دارای رابطه معنی دار است ($r_{ODI,PD}$ = ۰/۸۷۲) و با بعد انسانی توسعه همخوانی و ارتباط معنی داری ندارد

www.SID.ir

Archive of SID

($r_{ODI\ ,\ HD}$ = ۰/۳۲۹). از میان مؤلفه های چهارگانه اولیه نیز تنها با توسعه اقتصادی به میزان ۸۲/۶درصد دارای رابطه مثبت معنادار بوده و با سه مؤلفه دیگر نیز هیچگونه رابطه معنی داری ندارد. به علاوه از دو مؤلفه اقتصادی و زیربنایی نیز تنها توسعه اقتصادی دارای رابطه و همخوانی معنیدار با مؤلفه اولیه کالبدی توسعه است. به عبارت دیگر زیرساختها نیز از چندان توسعه ای برخوردار نیستند. مؤلفه فرهنگی توسعه علاوه بر آن که رابطهٔ معناداری با ابعاد اقتصادی و فیزیکی و شاخص کلی توسعه یافتگی ندارد، دارای رابطه ای منفی (گرچه نه در سطحی معنی دار) با آنهاست. رابطه رگرسیونی نیز تنها بیانگر تأثیر و نقش توسعه اقتصادی در شاخص کلی توسعه است.

به طور کلی نتایج حاکی از ناهمخوانی و عدم تناسب شدیدی بین ابعاد انسانی و فیزیکی توسعه در منطقه مورد مطالعه است. به لحاظ تفاوتهای مکانی نیز نتایج تجزیه کلاستر بر اساس شاخص کلی توسعه، نشان دهنده دوقطبی بودن شهرستانهای استان به دو گروه تنگستان، دشتستان و کنگان به عنوان شهرستانهای توسعه یافته تر و مابقی شهرستانها به عنوان مناطق کمتر توسعه یافته است. خوشه بندی بر اساس ابعاد اقتصادی و کالبدی توسعه، گروه بندی متفاوتی را ارائه می دهد، به طوری که بوشهر در این تقسیم بندیها در گروه اول جای می گیرد. بنابراین در گروه دوم واقع شدن آن بر اساس شاخص کلی، به دلیل ضعف جنبه های غیرمادی و انسانی توسعه در آن است. برای مثال در انحرافات اجتماعی دارای رتبه اول است (به جدول شماره (۳) مراجعه شود).

چنین به نظر می رسد که طرحها و پروژه های توسعه ای کلانی که در سالهای اخیر در استان بوشهر به اجرا درآمده، گرچه در شکوفایی اقتصادی و کاهش نابرابری منطقه با سایر مناطق کشور مؤثر بوده است، لکن تأثیر چندانی بر وضعیت فرهنگی و انسانی منطقه نداشته و چه بسا که اثرات منفی نیز در این حوزه ها بر جای گذاشته است. تحلیل جامعه شناسانه و عمیقتر این موضوع مجال دیگری می طلبد و از توان این مقاله نیز خارج است.

۷- بحث

بررسی های آماری فوق گرچه وضعیت توسعه ای موجود منطقه را بر اساس نتایج حاصل از استنتاجات فازی مدل به خوبی نشان می دهد، اما قادر به ارائه راهکارهایی برای آینده نیست. در واقع پس از ارزیابیهای فازی فوق و سنجش عددی مؤلفه ها و ابعادِ به طور معمول و با روشهای متداول سنجش ناپذیر توسعه،

www.SID.ir

Archive of SID

گام بعدی ارزیابی راهبردهای توسعه ای متفاوت در هر منطقه به طور جداگانه (بر اساس شرایط و اقتضائات آن منطقه) و اخذ تصمیمات مناسب برای بهبود توسعه در هر منطقه است . به عبارت دیگر تشخیص مسیر مناسب برای نیل به توسعه بهتر و تعیین عواملی که در این مسیر کمک کننده، مزاحم یا بی تأثیر هستند، مرحله بعدی و ادامه تحلیلی است که در مقاله حاضر انجام گرفت .

علاوه بر جنبه آینده نگرانه و پیش بینانه داشتن چنین تحلیلی، استقلال واحدهای برنامه ریزی و تصمیم گیری در تحلیل و بررسی مستقل و جداگانه هر یک بنا به مقتضیات خاص خودش، نیز ویژگی دیگر آن است . این هر دو ویژگیهایی هستند که روشهای معمول آماری فاقد آنها هستند (نیازمندی تحقیق در علوم برنامه ریزی و توسعه به روشهایی علاوه بر روشهای متداول تحقیق در دیگر حوزه های علوم انسانی نیز از همین جا ناشی می شود) . ازجمله روشهای مناسب برای انجام چنین بررسی و تحلیلی، به کارگیری سازوکار تحلیل حساسیت[1] با استفاده از قاعده مشتقات جزئی است . تحلیل حساسیت در واقع سازوکاری برای تشخیص نحوه و چگونگی تأثیرپذیری توسعه از هرکدام از مؤلفه های اولیه و ثانویه و حتی متغیرهای پایه است و راهنمایی برای تصمیم گیری در مورد نحوه برخورد، دست کاری و تغییر در این متغیرها و مؤلفه ها برای بهبود در وضعیت کلی توسعه در هر منطقه محسوب می شود .

پرداختن به این مبحث از حوصله مقاله حاضر خارج بوده و از آن جا خود بحثی مستقل و مفصل است، مستلزم مقاله جداگانه دیگری است .

منابع و مآخذ

- امینی فسخودی، عباس (۱۳۸۱)، «طراحی مدلی برای مکان یابی و تعیین ظرفیت بهینه کارخانجات صنایع شیر و فرآورده های لبنی (و آزمون آن در منطقه کرمانشاه)»، دانشگاه رازی، کرمانشاه .
- طاهری، سید محمود (۱۳۷۸)، «آشنایی با نظریه مجموعه های فازی»، جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد .
- کاتبی، سراج الدین (۱۳۸۱)، «یادگیری تکاملی سیستمهای فازی»، (مجموعه مقالات مباحثی در نظریه مجموعه های فازی، گردآورنده: رجبعلی برزوئی)، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان .
- وحیدیان کامیاد، علی و حامدرضا طارقیان (۱۳۸۱)، «مقدمه ای بر منطق فازی برای کاربردهای

1) Sensitivity Analysis

www.SID.ir

Archive of SID

عملی آن»، انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد.

- Adriaenssens, V., B. D. Baets, et al. (2004), "Fuzzy Rule-Based Models for Decision Support in Ecosystem Management", The Science of Total Environment, In Press.

- Andriantiatsaholiniaina, L. A., V. S. Kouikoglou, et al. (2004), "Evaluating strategies for sustainable development: fuzzy logic reasoning and sensitivity analysis", Ecological Economics, 48(2): 149-172.

- Attar Software (2002), "Fuzzy Logic in Knowledge Builder", A White Paper in: www.elsevier.com.

- Carlsson, C. and R. Fuller (2001), "Optimization under Fuzzy IF-THEN Rules", Fuzzy Sets and Systems, 119(1): 111-120.

- Cornelissen, A.M.G., J. van den Berg et al. (2001), "Assessment of the contribution of sustainability indicators to sustainable development: a novel approach using fuzzy set theory", Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 86, 173?185.

- Dixon, Lucas (2001), "A Comparison of the Interpretation Methods for Fuzzy Inference", University of Edinburgh, in: www. elsevier.com.

- Ducey, M. J. and B. C. Larson (1999), "A Fuzzy Set Approach to the Problem of Sustainability", Forest Ecology and Management, 115(1), 29- 40.

- Klir, G. J. and T. A. Folger (1988), "Fuzzy Sets, Uncertainty, and Information", New Jersey, Prentice Hall.

- Kuswandari, R., (2004) "Assessment of Different Methods for Measuring the Sustainability of Forest Management", International Institute for Geo-information Science and Earth Observation, Enschede, Netherlands.

- Lootsma, F. A. (1997), "Fuzzy Logic for Planning and Decision Making",

www.SID.ir

Archive of SID

Dordrecht, Kluwer Academic Publisher.

- Phillis, Y. A. and L. A. Andriantiatsaholiniaina (2001), "Sustainability: an ill-defined concept and its assessment using fuzzy logic", Ecological Economics, 37(3): 435- 456.

- Roger Jang, J. S. (1993), "ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System", IEEE Trans. on Systems, Man and Cybernetics, vol. 23(3):665-685.

- Ross, T. J. (1995) "Fuzzy Logic with Engineering Applications", McGraw-Hill, Inc, in: www. elsevier.com.

- Silvert, W. (2000), "Fuzzy indices of environmental conditions", Ecological Modelling, 130 (1-3): 111- 119.

- Storm, (2005), "Artificial Intelligence: Fuzzy Expert Systems", Demola Popoola, Department of Computing, University of Surrey, in: www. elsevier.com.

www.SID.ir