پژوهشهای مدیریت
سال اول ، شماره اول ، پاییز ۱۳۸۷
صفحه ۱۰۷-۷۱

ارزیابی توسعه پایدار با رویکرد تئوری مجموعه فازی

دکتر جمشید صالحی صدقیانی* دکتر حبیب ابراهیم پور**

واژه‌های کلیدی : توسعه پایدار(SD)، شاخص پایداری(SI)، EES، ارزیابی، تئوری مجموعه فازی

چکیده

مقاله حاضر به معرفی تئوری مجموعه فازی و ارائه مدلهای ریاضی فازی برای ارزیابی توسعه پایدار در ابعاد اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی می‌پردازد. با استفاده از این مدلها سهم هر یک از شاخص‌ها در توسعه پایدار تعریف می‌شود. مدلهای فازی نوعاً از دانش تخصصی همگن برای تصمیم گیری استفاده می‌کنند از این نظر دو مدل فازی عملیات انبوهشی و منطقی سازی تقریبی بحث می‌شود. و برای حوزه‌های بسیار مبهم و مبتنی بر دانش تخصصی ناهمگن مدل چند فازی معرفی می‌شود. این مدلها رویکردهای جدیدی برای پشتیبانی تصمیم‌های مربوط به توسعه پایدار محسوب می‌شوند. در این نوشته به سؤالات زیر پاسخ داده می‌شود: پایداری و توسعه پایدار چیست؟ شاخص‌های پایداری کدامند؟ و برای ارزیابی توسعه پایدار بر مبنای شاخص‌های مختلف از چه مدلهایی بعنوان رویکرد جدید می‌توان بهره گرفت تا بر آن اساس بتوان به تصمیم‌های درست دست یافت؟

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

*نویسنده مسئول – دانشیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی
** مدرس دانشکده مدیریت و حسابداری دانشگاه علامه طباطبائی

۱– مقدمه

اثـر «پایداری»[۳۰] تـوسعه خط مشی ملی و بین‌المللی در دهه‌های اخیر بطور روز افـزونی افـزایش یافته است. اکـنون پایداری عـنصر اصلی سیاستهای حکـومتی، پـروژه‌های تـحقیقاتی دانـشگاهی و استـراتـژیـهای شرکتها محسوب می‌شود. *(Spedding 1995: WRR , 1995: Greaf and musters 1998: Mebretu , 1998: cornelissen et , al , 2003: shinn: 2002)*

جهان در حال تغییر است و ما نیاز داریم رویکردهای جدیدی اتخاذ کنیم و روابط و مهارتهای جدید را بیاموزیم. آنچه جهان کنونی ایجاب می‌کند توجه به رویکردهای پایداری است رویکردی که مسئولیت اجتماعی مشترک[۳۱] را مورد توجه قرار می‌دهد و به باور ویلر «پایداری پارادایم حاکم و خیلی موفقی در این زمینه است» *(shinn , 2005: 30)*

علیرغم تنوع تعاریف و تفاسیر، پایداری چه بطور ضمنی و چه صریح به معنی «استمرار در طی زمان[۳۲]» می‌باشد. پایداری فراتر از استمرار فی‌نفسه به استمرار زمینه‌های مرتبط با مباحث اقتصادی، اکولوژی، اجتماعی (EES) [۳] دلالت دارد. *(Shearman,1990: Brklacich et al. 1991: Heinen, 1994: clagton and Radcliffe 1996: Hansen , 1996: vavra, 1996: Becker, 1997: Giampietro et.al. 1997 : Mebratu , 1998: cornelissen et.al., 2003: shinn: 2005)*

یکی از زمینه‌های اساسی در حوزه پایداری، «پایداری کشاورزی» است. پایداری در کشاورزی به معنی پایداری سیستم‌های تولید کشاورزی است که در آینده و آینده نزدیک توجه جدی طلب می‌کند. چه بسا این احتمال وجود دارد که فعالیتهای کشاورزی امروز خطری برای استمرار سیستم‌های تولید کشاورزی تلقی شود. این نگرانی به واسطه مباحث اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی (EES) مورد توجه قرار گرفته است از این حیث دامنه‌ای از تأمین نیـازهای تولـید غـذای کافی، سالم و کم هزینه بـرای دستیابی بـه اقدامات تولید کشاورزی بدون اثرات نامطلوب جانبی مورد تأکید است اثرات نامطلوب جانبی اجتماعی

---

[30]_ Sustainability
[31]_ Corporate social Responsibility
[32]_ Economic , Ecological and societal (EES)

شامل فرسایش خاک، نشر مواد آلوده کننده محیط، فرسودگی منابع تجدیدناپذیر، کاهش جامعه روستایی و اثر منفی بر آسایش حیوانات می‌باشد*(Cornelissen et.al. 2003: 2)*.

پایداری روشی برای تفکر در مورد جامعه و عناصر مسئولیت اجتماعی مشترک است و پایداری نقطه نهایی فرآیند نیست بلکه خود فرآیند را بیان می‌کند *(Shearman , 1990: shinn: 2005: 33)* پایداری بر توسعه پویای مستمر اشاره دارد و از انتظارات انسانی در مورد فرصتهای آینده ناشی می‌شود و بر مباحث و اطلاعات EES استوار است. پایداری در معنای وسیع خود به توانایی جامعه، اکوسیستم یا هر سیستم جاری برای تداوم کارکرد در آینده نامحدود اطلاق می‌گردد *ازاهدی و نجفی، ۱۳۸۴: ۴)*. پایداری در یک کلام «توسعه پایدار[۳۳]» است *(Agrawal,2001,Roy and Tisdell,1998,Bosswll , 1999)*.

برای بحث در خصوص پایداری می‌توان از چارچوب چهار مرحله‌ای استفاده کرد: (۱) توصیف مشکل یا مساله در زمینه تعریف شده (۲) تعیین مباحث مرتبط با زمینه‌های اقتصادی، اکولوژیکی و اجتماعی (EES) (۳) تبدیل موضوعات EES به شاخص‌های مرتبط با زمینه پایداری (SI)[۳۴] و (۴) ارزیابی سهم شاخص پایداری (SI) در توسعه پایدار (SD).

بررسی‌های چهار مرحله‌ای فوق از چارچوب یک مقاله خارج است و در هدف این مقاله نمی‌گنجد لذا جهت ارائه بحثی منسجم، مقاله حاضر با تعریف توسعه پایدار، شاخصهای توسعه پایدار و تئوری مجموعه فازی، به ارائه دو مدل برای ارزیابی سهم شاخص‌های پایدار (SI) در توسعه پایدار (SD) بر مبنای منطق فازی اقدام می‌کند. بعبارتی دیگر با اشاره گذرا به مرحله دوم و سوم به بسط مرحله چهارم بر مبنای تئوری ریاضی مجموعه‌های فازی می‌پردازد.

پرتال جامع علوم انسانی

---

[33]- sustainable Development

[34]- sustainability Indicators

۲- تعریف توسعه پایدار

اگرچه مفهوم و ماهیت توسعه پایدار تا حدودی روشن است لیکن تفاسیر و تعاریف توسعه پایدار ابهاماتی در این زمینه بوجود آورده است *(Cijgis,2003:21)*. ابهام آن حتی باعث شد تا عده‌ای به این نتیجه برسند که اصول این ایده را به دشواری می‌توان یک مفهوم تلقی کرد*(Khator , 1998 , Bedeliot , M. and colin , 1996 ; زاهـدی و دانایی فـرد، ۱۳۸۱: ۵)* ابهام و مشکل در عـبارت تـوسعه پایدار بـه ماهیت دوگانه مـفهوم تـوسعه پایـدار بـر می‌گردد کـه هم تـوسعه و «هم پایـداری» را در بـر می‌گـیرد. *(Seidl, 2000:26: chibamba, 2003, 6: ciegins, 2003: 24)* توسعه پایدار ادبیات وسیعی دارد، پیزولی*(1997)* معتقد است که فهرستی از ۵۰۰ مجموعه منتشر شده به زبان انگلیسی و جود دارد که اغلب آنها بعد از گزارش WCED در سال ۱۹۸۷ نوشته شده است *(seidl , 2000: 30)* وهارت شورن و دیگران (۲۰۰۵) می‌گویند تعدادی از نویسندگان ۳۰ الی ۶۰ تعریف مختلف از توسعه پایدار ارائه داده‌اند و سیجس *(2003)* می‌گوید در ادبیات اقتصادی و محیطی حدود ۷۰ تعریف برای توسعه پایدار ارائه شده است. عمومی‌ترین تعریفی که اتفاق نظر روی آن زیاد هست و به تحقیق می‌توان در اکثر مباحث توسعه پایدار آن را یافت، تعریفی است که در گزارش کمسیون برونتلند به آن اشاره شده است: توسعه پایدار فرآیندی است که طی آن مردم یک کشور نیازهای خود را تأمین و سطح زندگی خود را ارتقاء می‌بخشند، بدون آنکه منابعی را که به نسلهای آینده تعلق دارد مصرف کنند *(Geis et.al.1995:ciegius,2003: Rajyalakshmi, 2004 :41؛ الوانی، ۱۳۸۰ ؛ دانایی‌فرد، ۱۳۸۰ ؛ زاهدی، ۱۳۷۶)*.

بر اساس فهم کنونی از توسعه پایدار چهار اصل به میزانی برابر مبنای آن را شکل می‌دهد که عبارتند از: حمایت محیطی، توسعه اقتصادی، توسعه اجتماعی و توسعه نهادی و

بر اساس آن چهار رویکرد در مدیریت توسعه پایدار قابل تفکیک است. رویکرد اقتصادی، رویکرد زیست محیطی، رویکرد اجتماعی و رویکرد نهادی.

۳- شاخص‌های توسعه پایدار

بدون اندازه گیری هدف نهایی جامعه، اداره آن غیر ممکن است. لـذا مدیریت پایدار نیازمند تنظیم اهداف پایدار است و بایستی بطور مستمر بررسی و ارزیابی شود. هیچ تعلیم هوشمندانه‌ای در مورد اجرای توسعه پایدار بدون استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌های پایداری معتبر ایجاد نمی‌شود. شاخص‌ها نقش مهمی در هر استراتژی گزارش دهی و نظارت بر اجرا بازی می‌کنند. شاخص‌های توسعه پایدار میزان اجرا و دستیابی به هدف را اندازه‌گیری می‌کنند.

شاخص‌های متعددی برای اندازه‌گیری توسعه پایدار ارائه شده است. ضرورت این شاخص‌ها در کنفرانس محیط زیست و توسعه سازمان ملل UNCED) که در ریودوژانیرو در سال ۱۹۹۳ برگزار شد، مورد تأکید قرار گرفت. همچنین کمسیون توسعه پایدار (CSD) ملل متحد در سال ۱۹۹۲ فهرستی از ۱۳۴ شاخص را ارائه نمود که چهار بخش اجتماعی، محیطی، اقتصادی و نهادی را پوشش می‌داد. سپس ایـن شاخص‌ها را به ۵۸ شاخص اصلی تقلیل داد و آن را در قالب ۱۵ موضوع اصلی و ۳۸ زیر ـ موضوع تقسیم نمود (جدول شماره ۱) این شاخص‌ها مـیزان نیل به اهـداف تـوسعه پایـدار را اندازه‌گـیری می‌کنند *(Bohringer and Loschel , 2004 :5)*.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول شماره ۱ : چارچوب شاخص‌های موضوعی (COMMISION OF SUSTANABLE DEVELOP MENT) CSD

موضوع	زیر موضوع	شاخص
اقتصادی		
ساختار اقتصادی	عملکرد اقتصادی	۱- تولید ناخالس داخلی به نسبت سرمایه
		۲- سهم سرمایه گذاری در تولید ناخالص داخلی
	تجارت	۳-توازن تجارت در کالاها و خدمات
	وضعیت مالی	۴- بدهی به نسبت تولید ناخالص داخلی
		۵- ODA کل ارائه شده یا دریافت شده بعنوان GNP
الگوهای تولید و مصرف	مصرف مواد اولیه	۶- مصرف سالانه انرژی به نسبت سرمایه
	ایجاد و مدیریت ضایعات	۷- مصرف سالانه مواد اولیه به نسبت سرمایه
		۸- سهم مصرف منابع انرژی تجدید پذیر
		۹- شدت مصرف انرژی
	مصرف انرژ ی	۱۰- تولید ضایعات صنعتی و خانگی
		۱۱- تولید ضایعات خطر ناک
		۱۲- مدیریت ضایعات رادیو اکتیو
		۱۳- باز چرخه و باز استفاده از ضایعات
	حمل و نقل	۱۴- فاصله و مساحت به نسبت سرمایه حمل و نقل

محیطی		
جو	تغییرات جوی	۱۵- انتشار گازهای گلخانه‌ای
	سوراخ یا ضعیف شدن لایه ازون	۱۶- مصرف جایگزینیهای تهی کردن ازون
	کیفیت هوا	۱۷- کم کردن آلودگی هوا در مناطق شهری و روستایی
زمین	کشاورزی	۱۸- زمینهای قابل کشت و دارای محصولات دائمی
		۱۹- استفاده از کود و سم پاشی‌ها
		۲۰ - استفاده از ضد آفت‌های کشاورزی
	جنگل	۲۱- نسبت جنگل به زمینهای غیر جنگلی و خشک
		۲۲- شدت برش درختان جنگل
	بی توجهی به زمین	۲۳- میزان اثر پذیری زمین از بی توجهی و فرسایش
	شهرسازی و گسترش شهرنشینی	۲۴- حوزه رسمی و غیر رسمی شهرها
اقیانوسها، دریاها و سواحل	حیات وحش ساحلی	۲۵- جلبکهای آب‌های ساحلی
		۲۶- درصد آلودگی حیات در حوزه‌های ساحلی
	ماهیگیران	۲۷- صید سالانه گونه‌های بزرگ
آب پرورش ماهی	کمیت آب	۲۸- میزان آبهای سطحی و زیر زمینی
	کیفیت آب	۲۹- BOD در بدنه آب
		۳۰- میزان و حجم آبهای پرورش ماهی
تنوع زیستی	اکوسیستم	۳۱-حوزه اکوسیستم‌های اصلی حفاظت شده

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

		۳۲- حوزه حفاظت شده به نسبت کل حوزه‌ها
	گونه‌ها	۳۳- فراوانی و وفور گونه‌های اصلی منتخب
موضوع	زیر موضوع	شاخص‌ها
اجتماعی		
برابری	فقر	۳۴- درصد افرادی که زیر خط فقر هستند
		۳۵-شاخص جینی نابرابری درآمدی
		۳۶- نرخ بیکاری
	برابری جنسیتی	۳۷- نسبت دستمزد زنان به مردان
بهداشت	وضعیت تغذیه	۳۸- وضعیت تغذیه کودکان
	نرخ مرگ و میر	۳۹- نرخ مرگ و میر زیر ۵ سال
		۴۰- انتظارات زندگی در تولد و بعد از آن
	سیستم تخلیه فاضلاب	۴۱- درصد افرادی که به تسسهیلات مناسب فاضلابی دسترسی دارند
	آب‌های نوشیدنی	۴۲- میزان جمعیتی که به آب سالم دسترسی دارند
	مراقبت‌های بهداشتی	۴۳- درصد افرادی که به مراقبتها و تسهیلات بهداشتی اولیه دسترسی دارند
		۴۴- ایمنی و نا امن بودن کودکان در مقابل امراض
		۴۵- نرخ پیشگیری از بیماریها
آموزش	سطح آموزش	۴۶- درصد کودکانی که آموزشهای ابتدائی را گذرانده اند
		۴۷- سطح موفقیت آموزش ثانوی بزرگسالان

	نرخ سواد	۴۸- نرخ سواد بزرگسالان
خانه	شرایط زندگی	۴۹- زمین نشیمن به نسبت افراد
امنیت	جرم	۵۰- تعداد جرم‌های ثبت شده به نسبت ۱۰۰۰۰۰ نفر
آلودگی	تغییرات آلودگی	۵۱-نرخ رشد آلودگی
		۵۲- آلودگی مناطق شهری و روستایی
نهادی		
چهارچوب نهادی	اجرای استراتژی توسعه پایدار	۵۳- استراتژی توسعه پایدار ملی
	همکاری نهادی	۵۴- اجرای توافقات جهانی مصوب
ظرفیت نهادی	دسترسی به اطلاعات	۵۵- تعداد مصوبات اینترنتی و استفاده از آن به نسبت ۱۰۰۰ نفر
	زیرسازی عمومی	۵۶- خطوط تلفن اصلی به نسبت ساکنین
	علم و تکنولوژی	۵۷- هزینه تحقیق و توسعه بعنوان درصدی از GDP
	میزان کنترل بلایای طبیعی	۵۸- خسارتهای انسانی و اقتصادی در اثر بلایای طبیعی

منبع: *Christoph Bohringer and Andreas Loshel 2004: 6*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ولی برای ارزیابی کارایی استراتژی‌های توسعه پایدار که عموماً با شاخص‌های اقتصادی، محیطی، اجتماعی و نهادی صورت می‌گیرد، شاخص‌هایی پیچیده‌تر از اینها بایستی مورد توجه قرار گیرد بعبارتی دیگر مطالعه توسعه پایدار مجموعه بزرگ و پیچیده‌ای از متغیرها را طلب می‌کند. برای دستیابی به این مجموعه علاوه بر جمع آوری و گزینش این متغیرها به تحلیل همبستگی میان آنها نیاز است *(ciegis, 2003:25)*. با توجه به اینکه پایداری حاصل چهار بعد اقتصادی، محیطی، اجتماعی و نهادی است هر یک از ابعاد فوق در چهار سطح خرد، متوسط، کلان و فراتر همچنین در سطوح محلی، دولت، منطقه‌ای و جهانی قابل بررسی و تجزیه و تحلیل می‌باشد. به این ترتیب از ترکیب چهار سطح و چهار بعد، مدل ماتریس سناریوی پایداری ایجاد می‌شود (جدول شماره ۲). و از طریق همبستگی میان ابعاد می‌توان به شاخص‌های ترکیبی دست یافت. برای مثال از رابطه میان ابعاد اجتماعی و اقتصادی می‌توان به شاخص توزیع مناسب ارزشهای مادی، از رابطه میان ابعاد محیط و نهادی به شاخص هم تصمیم‌گیری[۳۵] در مورد فرآیندهای محیطی و از رابطه میان بعد نهادی و بعد اقتصادی می‌توان به شاخص مشارکت در تصمیم‌گیری مرتبط با تولید و مصرف دست یافت *(Trainer,1997,ciegis,2003 :33)*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[35]- Co- decision – making

جدول شماره ۲: ماتریس شاخص‌های توسعه پایدار

سطوح درون متنی / توسعه پایدار	خرد	متوسط	کلان	فراتر	سطوح تحلیل / قلمرو جغرافیایی
اقتصادی	.....	.....	.....	.....	جهانی
اجتماعی	.....	.....	.....	.....	منطقه‌ای
محیطی	.....	.....	.....	.....	ملی
نهادی	.....	.....	.....	.....	محلی
ابعاد توسعه پایدار	اقتصادی	اجتماعی	محیطی	نهادی	سطح جغرافیایی / ابعاد توسعه پایدار

منبع: *Remigijus ceigis, 2003*

۴- تئوری مجموعه فازی[۳۶]

در سال ۱۹۶۵ پروفسور عسگر لطفی زاده اساس ریاضیات کلاسیک را با بیان تئوری مجموعه‌های فازی متحول ساخت *(عادل آذر , تلنگی، ۱۳۷۷ : ۱۳۱)* با ابداع مجموع تئوری فازی توسط لطفی زاده پژوهشگران بسیاری این تئوری را در محیط تصمیم گیری گروهی بکار بردند *(خورشید و دیگران، ۱۳۸۳: ۱۴۹)* تکنیک‌های مختلفی در این زمینه وجود دارد از جمله روش دلفی، روش تحلیل سلسله مراتبی و رویکرد رأی گیری. علاوه بر آن از منطق ریاضی در ترکیب با تکنیک‌های مختلف نیز استفاده کرده‌اند. و هر یک آموزه‌های بهتری برای حل مسائل مبهم ارائه داده‌اند. از جمله آن می‌توان به برنامه ریزی آرمانی ـ فازی؛ تحلیل سلسله مراتبی فازی وان لارهون و پدریک و تحلیل توسعه دایونگ چانک که با تحلیل سلسله مراتبی فازی تواماً استفاده شده است اشاره کرد *(week , 1997 ؛ مهرگان و دیگران، ۱۳۸۳ : ۶۹)* و امروزه از طراحی مدلهای چند فازی صحبت می‌شود و از این مدل در تصمیم گیری‌ها استفاده می‌کنند *(Azadi et.al., 2005:15)*.

---

[36] - Multi – Fuzzy Model

منطق فازی یک مورفولوژی استنباط است که امکان کاربرد تقریب قابلیت‌های استدلالی انسان را در سیستم‌های مبتنی بر دانش فراهم می‌سازد. تئوری مجموعه فازی یک قوت ریاضی برای تسخیر عدم اطمینان‌های مربوط به فرآیندهای شناختی انسان مانند تفکر و استدلال را فراهم می‌کند. این تئوری ذهنیت انسان را نشان می‌دهد و ابزار مدل‌سازی عدم اطمینان یا بی‌دقتی نشأت گرفته از ذهنیت انسان را فراهم می‌کند *(خورشید و دیگران ۱۳۸۳: ۹)* این تئوری معانی زبان طبیعی و ابهام ناشی از محیط و اطلاعات محیطی را با ریاضیات دو ارزشی ترکیب می‌کند *(عادل آذر و تلنگی، ۱۳۷۷ : ۱۳۱)* و کارایی بالایی در حل مشکلات و مسائل مربوط به محیط‌های متغیر و تبدیل متغیرهای کلامی کیفی به متغیرهای کمی دارد *(مهرگان و دیگران، ۱۳۸۳)*. به این جهت تئوری مجموعه فازی برای حل مسائل تصمیم گیری توسعه یافته است. که در آن مشاهدات به صورت نادقیق، مبهم و نامعلوم توصیف می‌گردند بی‌دقتی در ارزش‌گذاری معیارها و گزینه‌ها از منابع مختلفی پدیدار می‌گردد؛ عدم امکان کمی شدن اطلاعات، اطلاعات ناقص، غیر قابل حصول بودن اطلاعات و جهل جزئی یا آگاه بودن به بخشی از واقعیت نه همه آن، بعبارتی دیگر مسائل پیچیده و تعریف نشده منجر به دانش ناقص، دانش ناقص منجر به دانش غیرقطعی و نادقیق و دانش نادقیق به دانش مبهم و ابهام منجر به فازی بودن می‌شود *(الوانی، وارث، ۱۳۸۰ :۹)*.

تحقیقات نشان می‌دهد که تئوری مجموعه فازی می‌تواند روش مؤثری برای بیان و برخورد با چنین مسائلی باشد تفکر زیر بنایی آن رویکرد صفر و یک، سیاه و سفید، درست و غلط نیست بلکه تصمیم گیری اغلب مستلزم قلمروهای خاکستری و اصطلاح «شاید و ممکن» است. این نگرش نسبت به نامعلومی رفتار انسان؛ امکان مطالعه یک حوزه جدید تحلیل تصمیم تحت عنوان تصمیم‌گیری فازی را فراهم می‌کند. تصمیم گیری تحت شرایط عدم اطمینان در حوزه تصمیم‌گیری فازی است *(خورشید و دیگران، ۱۳۸۳ :۸)*. در

قسمت‌های بعدی مقاله عبارتهای کلیدی این تئوری همراه با مفاهیم پایداری به زبان ریاضی بحث می‌شود.

۱-٤-عدم اطمینان مرتبط با توسعه پایدار

جهت تصمیم‌گیری بر مبنای تئوری ریاضی مدل توسعه پایدار باید به «نوع عدم اطمینان» [۳۷] مرتبط با توسعه پایدار (SD) توجه کرد. زیرا SD بااستفاده از شاخص‌های پایداری (SI) انتخاب شده، ارزیابی خواهد شد. این انتخاب مشخص می‌کند که در مورد SD چه میزان اطلاعات داریم یعنی چه میزان اطلاعات قابل دسترس است؛ و چه چیزهایی در مورد SD نمی‌دانیم یعنی به چه اطلاعاتی در این مورد دسترسی نداریم.

«اطمینان» [۳۸] در مورد SD مستلزم اطلاعات کامل و ثابت است. برای تقلیل توصیف SD به سطح قابل مدیریت و دستیابی به مدل مطلوب، ضروری است میزان اطلاعات را تقلیل دهیم بنا بر این اطلاعات ناقص مشخصه اصلی مفاهیم پیچیده است *(Klir, 1991: WRR, 1995)*. افزون بر این نواقص، اطلاعات مربوط به SD متغیر است. برای مثال انتظارات انسان در مورد فرصتهای آینده کشاورزی و دیگر حوزه‌های مرتبط با ابعاد اقتصادی، اکولوژی و اجتماعی (EES) ممکن است در طی زمان تغییر یابد و موضوعات EES و در پی آن زمینه‌های مرتبط با SI نیز تغییر یابد *(Cornelissen et al. 2003: 4)*. علاوه بر آن SD تعامل بین موضوعاتی را در بر می‌گیرد که نمی‌توان آنها را بطور همزمان حل کرد همانطور که در بحث شاخص‌های توسعه پایدار به ارتباط و همبستگی بین ابعاد مختلف توسعه پایدار و پیچیدگی ارزیابی توسعه پایدار بر مبنای این شاخص‌ها اشاره شد.

در نتیجه با توجه به اطلاعات ناقص و متغیر، SD معنی خوب تعریف شده‌ای ندارد. بنابراین در ارزیابی سهم SI در SD ضرورتاً به معنی SD توجه می‌شود که با عدم

---

[37]-Type of uncertainty

[38]- Certainty

اطمینان همراه می‌باشد در اصطلاح ریاضی این نوع عدم اطمینان بعنوان عدم اطمینان فازی شناخته می‌شود. *(Cornelissen et al 2003:4 ; Azadi et al 2005:8)*

۲-٤-عدم اطمینان احتمالی و فازی

عدم اطمینان احتمالی با رخدادهایی مرتبط است که معنی خوب تعریف شده و بدون ابهامی دارد. تئوری احتمالی بر تئوری مجموعه کلاسیک [۳۹]منطق دو ارزشی [۴۰]برای مثال بیان درست یا نادرست، بلی یا خیر، همه یا هیچ استوار است. *(Cornelissen et.al. 2003; Tufan and Hamarat 2003; Azadi 2005 ;* عادل آذر و تلنگی، ۱۳۸۰، خورشید و دیگران ۱۳۸۳) بدلیل اینکه SD را نمی‌توان به خوبی و بوضوح تعریف کرد لذا ارزیابی بدون ابهام سیستم تولید کشاورزی و دیگر سیستم‌های مرتبط با EES با منطق دو ارزش ـ پایداری و ناپایداری ـ غیر ممکن است. در مقابل عدم اطمینان فازی با رخدادهایی مواجه است که معنی خوب تعریف شده و بدون ابهامی ندارد. تئوری مجموعه فازی مبتنی بر منطق چند ارزشی است. منطق چند ارزشی ارزیابی‌های میانی را میان پایداری و نا پایداری ممکن می‌سازد؛ یعنی منطق فازی درجه‌ای که یک رخداد اتفاق می‌افتد را توصیف می‌کند نه رخ دادن قطعی آن را. بنابراین تئوری مجموعه فازی چارچوب ریاضی رسمی را برای ارزیابی SD فراهم می‌کند *(Cornelissen , 2003 : 6)*.

۳-٤- تعریف مبنای تئوری مجموعه

تئوری مجموعه کلاسیک مبتنی بر منطق دو ارزشی است. جامعه‌ای را در نظر بگیرید که با مجموعه U تعریف می‌شود و شامل عناصر $x(X \in U)$ می‌باشد. اگر A زیر مجموعه $U(A \subset U)$ باشد هر عنصر X، یا عضوی از $A(X \in A)$ است یا عضوی از $A(X \notin A)$ نیست. در تئوری مجموعه، «زیر مجموعه» یا «رخداد» قابل تعویض هستند. یعنی $(X \in A)$ به این معنی است که برای عنصر X رخداد A تعریف می‌شود. بنا بـراین

[39]_ Classical set Theery
[40]_Two – Valued logic

تابع مشخصه[41] μ_A، تمییز بدون ابهام میان عضوهای A و غیر عضوهای A تعریف می‌شود. بنابراین تابع مشخصه μ_A، برای هر X از دو ارزش عبارت است:

فرمول

$$x \in A \text{ if (only) } \mu_A(x) = 1 \quad \text{یا و} \quad x \notin A \text{ if (only) } \mu_A(x) = 0$$

بنابراین تئوری مجموعه کلاسیک، یک تمایز سخت بین «قابلیت پذیرش» ابهام و «غیر قابل پذیرش» آن‌ایجاد می‌کند *(Cornlissen et.al., 2003 : 8)*. در مقابل تئوری مجموعه فازی مبتنی بر منطق چند ارزشی است. در مقایسه با تئوری مجموعه کلاسیکی $\tilde{A}$ زیر مجموعه فازی $\tilde{A} \subset U)U$)، و تابع عضو $\mu_{\tilde{A}}$، عضو جزئی در یک مجموعه است. از این رو تغییر میان عضو و غیر عضو به جای داشتن یک آستانه سخت که در تئوری مجموعه وجود دارد (یعنی یا عضو است یا نیست؛ قابل پذیرش است یا نیست) دارای نوسان بوده و در دامنه بین عضو و غیر عضو صورت می‌گیرد. بنا براین تابع عضو $\mu_{\tilde{A}}$ برای هر X، ارزشی از صفر الی یک را تعریف می‌کند. درجه عضویت ($\mu_{\tilde{A}}(x)$) از X در ($\tilde{A}$) مشخص می‌شود. لذا تابع عضویت توابعی هستند که نقشه X از U در فاصله (۰ و ۱) را نشان می‌دهد.

بنابراین تئوری مجموعه فازی به آستانه نرم برای تعیین معیارهای میانجی ($\mu_{\tilde{A}}(x)$) میان میزان قابل پذیرش و میزان غیر قابل پذیرش نیاز دارد. به تابع عضو ($\mu_{\tilde{A}}$) آستانه نرم اطلاق می‌شود که ارزیابی آسان و علمی معیارهای X از SI را ممکن می‌سازد. *(Cornelissen, 2003; Tufan and Hamsrat, 2003, Kirgis and Douglas, 2004; Azadi et.al., 2005)*

---

[41]- Characteristic Function

٤-٤- مدلهای فازی و متغیرهای زبانی

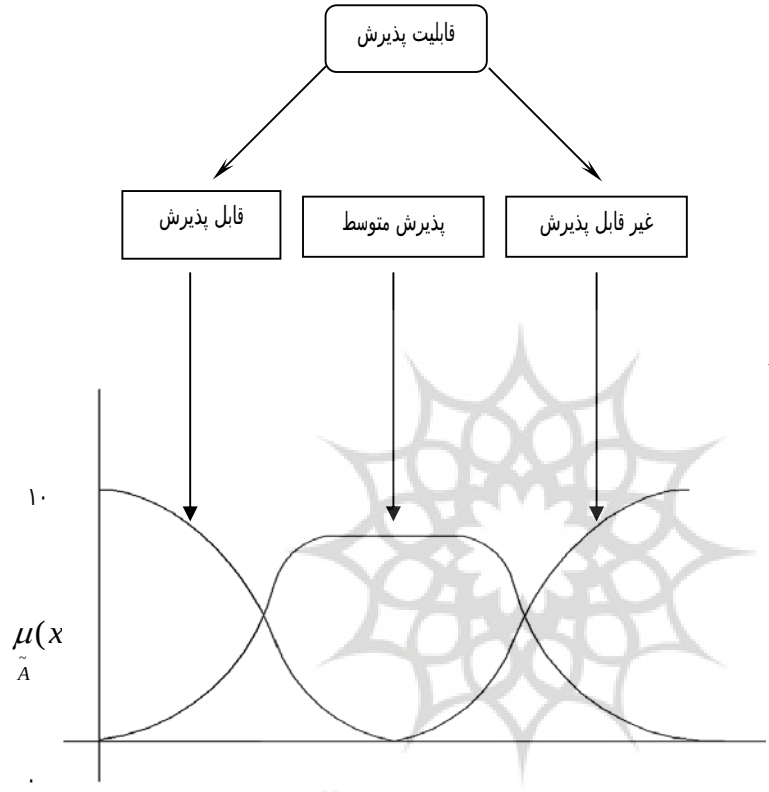
توابع عضویت مبنای مدلهای فازی هستند. و این توابع برای عملی کردن «متغیرهای زبانی»[۴۲] استفاده می‌شوند. در تئوری مجموعه فازی متغیر زبانی به شرح زیر تعریف می‌شود:

(۱) متغیرهای اصلی $\tilde{A}$ (۲)عنوان یا نام $\tilde{A}$ (۳) ارزش زبانی $\tilde{A}_i$ از $\tilde{A}$ $(i=1,...,n)$ و (۴)تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}_i}$ از $(\tilde{A}_i)$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[42]_linguistic Varibles

مشخصه‌های متغیرهای زبانی در شکل زیر می‌آید:



(۲) عنوان $\tilde{A}$

(۳)ارزش زبانی $\tilde{A}_i$ در A

(۴) تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}_i}$ در $\tilde{A}_i$

(۱) متغیرهای مبنایی $\tilde{A}$

شکل شماره ۱: ارزش $\tilde{A}$ مشخص می‌شود به وسیله؛ (۱) متغیر مبنایی x در $\tilde{A}$ (۲) عنوان $\tilde{A}$ (۳) ارزش زبانی $\tilde{A}_i$ در $\tilde{A}$ و (۴) تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}_i}$ در $\tilde{A}_i$ (برگرفته از: Zadeh, *1975a; Zadeh, 1975b; yuan, 1995; cornelissen, 2003; Azadi, 2005*)

سه ارزش زبانی $\tilde{A}_i$ ($\tilde{A}_1$، $\tilde{A}_2$، $\tilde{A}_3$)بعنوان سهم X برای SD در عبارتهای زبانی تعریف می‌شود (شکل شماره ۱):« $\tilde{A}_1$ = قابل پذیرش، $\tilde{A}_2$ = پذیرش متوسط، $\tilde{A}_3$ = غیر قابل پذیرش».

بنابراین ارزش زبانی $\tilde{A}$ زیر مجموعه U_{SI} است ($\tilde{A}_i \subset U_{SI}$). A تابع عضویت $\mu_{\tilde{A}_i}$ هر ارزش زبانی ($\tilde{A}_i$) را برای تعیین درجه $\mu_{\tilde{A}_i}$ متغیر مبنایی X تعریف می‌کند که عبارت است از: «قابل پذیرش» ($\mu_{\tilde{A}_1}$) ؛ پذیرش متوسط ($\mu_{\tilde{A}_2}$) ؛ یا غیر قابل پذیرش $\mu_{\tilde{A}_3}$.

در چارچوب استاندارد شده، انتظارات انسانی در مورد SD بعنوان موضوعات EES بیان می‌شود و برای SI (شاخص پایداری) داده‌های عددی فراهم می‌کند. با استفاده از متغیرهای زبانی در مدلهای فازی با انتظارات مربوط به SD ارتباط ایجاد می‌شود، که با موضوعات زبانی بیان می‌شود. و داده‌های عددی در معیارهای SI بیان می‌شود. برای مثال استفاده از «قابل پذیرش» موجب ایجاد ارتباط با موضوع می‌شود مانند «میزانی آلودگی قابل پذیرش است» (X).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

۵- مدلهای فازی برای ارزیابی توسعه پایدار

دو مدل فازی برای ارزیابی SD وجود دارد: یکی عملیات انبوه مجموعه فازی را بکار می‌گیرد و دیگری از منطقی سازی تقریبی[۴۳] استفاده می‌کند. داده‌های مدل فازی شامل M شاخص پایداری SI_K ($k = 1,...,m$) و X_K متغیر مبنایی است. هر SI_K با تابع عضویت

[43]_ Approximate Reasaning

μ_{ik} مرتبط است که ارزش زبانی $\tilde{A}_i$ را بوسیله رسم کردن X_K در فاصله (۰ و ۱) تعریف می‌کند. ارتباط دادن X_K با μ_{ik}، m درجه عضویت (X_K) μ_{ik} را موجب می‌شود. ارزیابی عددی SD، μ_{SD}، ستاده مدل فازی است؛ یعنی μ_{SD} عضوی از U_{SD} است $(\mu_{SD} \in U_{SD})$ که در فاصله (۰ و ۱) تعریف می‌شود.

۱-۵- مدل فازی که از عملیات انبوه مجموعه فازی استفاده می‌کند؛

۱-۱-۵- طرح مدل فازی:

طرح مدل فازی که از عملیات انبوه برای ارزیابی SD استفاده می‌کند در شکل ۲ آمده است. شامل پنج مرحله می‌باشد:

در مرحله ۱ داده مدل، شاخص پایداری و متغیر پایداری S_K تعریف می‌شود؛ در مرحله ۲ متغیر زبانی $\tilde{A}$ و ارزشی زبانی $\tilde{A}_i$ تعریف می‌شود؛ در مرحله ۳ تابع عضویت μ_{ik} ایجاد می‌شود؛ در مرحله ۴ درجه عضویت (X_K) μ_{ik} محاسبه می‌شود؛ و در مرحله ۵ عملیات انبوه مجموعه فازی برای (X_K) μ_{ik} انتخاب می‌شود. به این ترتیب μ_{SD} بعنوان ستاده مدل ارزیابی می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۲-۱-۵- انتخاب عملیات انبوه

عملیات انبوه نگرش نسبت به توسعه پایدار را بیان می‌کند. بنابراین ارزیابی معنی دار μ_{SD} به انتخاب دقیق عملیات انبوه نیاز دارد *(Dubios and prade , 1988 ; munda , 1995 ; silvert 1995 cornelissen , 2003)*. فرض کنید که در مرحله ۲ متغیر زبانی«قابلیت پذیرش»[۴۴] و ارزش زبانی «قابل پذیرش»[۴۵] $\tilde{A}_1$ را تعریف می‌کند. A نگرشی محافظه کارانه نسبت به SD، به این معنی است که μ_{SD} نمی‌تواند بیش از کوچکترین درجه عضویت (X_m) μ_{1m} ، ..... ، (X_1) μ_{11} باشد. در تئوری مجموعه فازی تقسیم کردن فازی استاندارد[۴۶] نگرش محافظه کارانه نسبت به SD[۴۷] را از طریق استفاده از عامل حداقل ممکن می‌سازد:

$$\mu_{SD} = \min[\mu_{11}(x_1),...,\mu_{1m}(x_m)]$$

جایی که min عامل حداقل معنی می‌دهد. در نتیجه، اگر یک درجه عضویت $\mu_{ik}(X_K)$ صفر باشد پس معیار μ_{SD} صفر است.

در مقابل A نگرش لیبرالی[۴۸] نسبت به SD به این معنی است که μ_{SD} نمی‌تواند کوچکتر از بزرگترین درجه عضویت (X_m) μ_{1m} ، ..... ، (X_1) μ_{11} باشد. در تئوری مجموعه فازی، واحد فازی استاندارد نگرش لیبرالی نسبت به SD را با استفاده از عامل حداکثر ممکن می‌سازد :

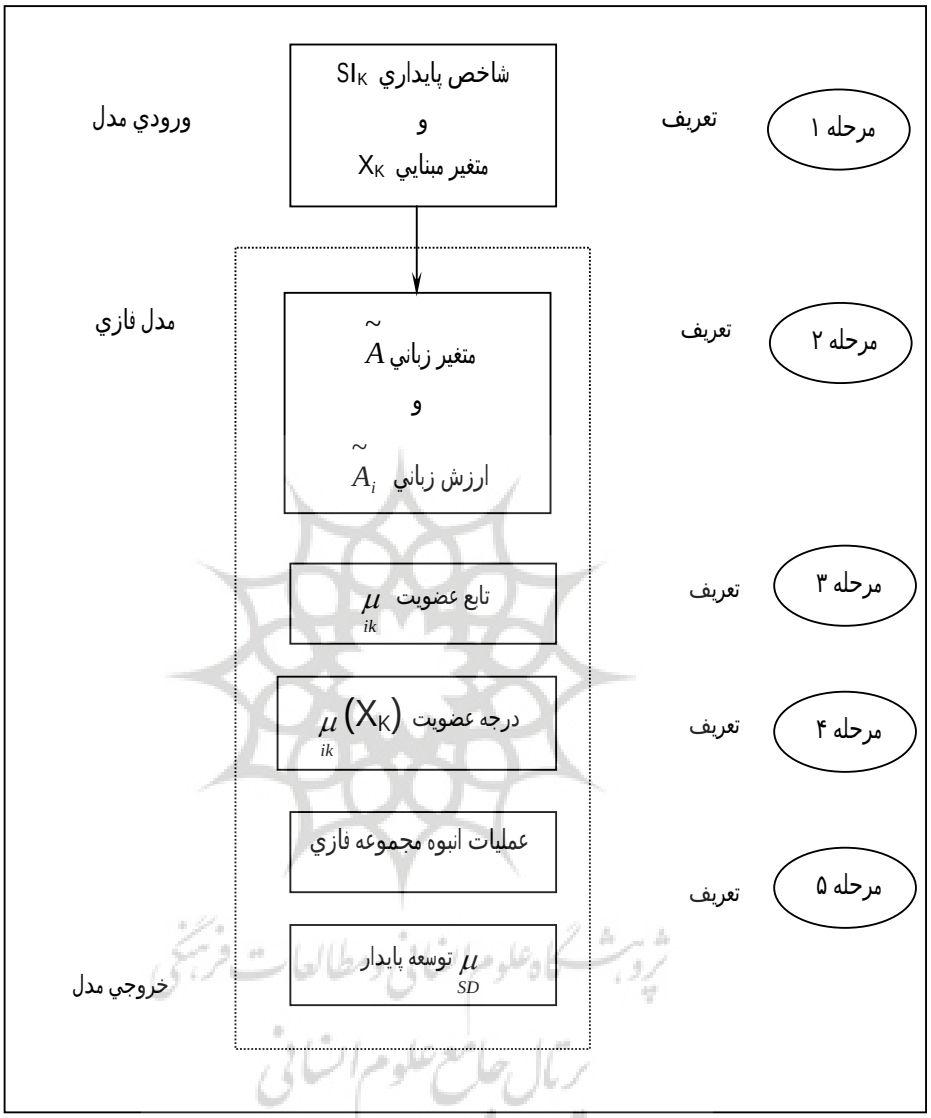
---

[44]_ Acceotability
[45]_ Acceotability
[46]_Standard Fuzzy Intersection
[47]_ Liberal Atitude
[48]_Conservative Attitnde Tiward SD

$$\mu_{SD} = \max[\mu_{11}(x_1),\ldots,\mu_{1m}(x_m)]$$

جایی که max عامل حداکثر معنی می‌شود. در نتیجه اگر یک درجه از عضویت $\mu_{ik}(X_K)$ یک باشد، پس معیار μ_{SD} یک خواهد بود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل شماره۲: نمودار مدل فازی عملیات انبوه مجموعه فازی را برای ارزیابی سهم شاخص‌های پایداری (SI) در توسعه پایدار SD بکار می‌گیرد.

در واقعیت سیاسی مباحث اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی ناگزیر در خلاف هم دیگر توازن خواهند داشت. در نظر گرفتن میانگین عملیات درجه‌ای از توافق میان m درجات عضویت $\mu_{11}(X_1)$, ... , $\mu_{1m}(X_m)$ را ممکن می‌سازد و ارزشی را برای μ_{SD} میان $\min[\mu_{11}(x_1),...,\mu_{1m}(x_m)]$ و $\max[\mu_{11}(x_1),...,\mu_{1m}(x_m)]$ تعیین می‌کند *(Dubois and prade,1985;Dubois and prade, 1988;Klig and yuan 1995; munda;1995)*

بعلاوه اگر اهمیت نسبی SI_K در ارتباط با SD نامساوی در نظر گرفته شود پس توازن سهم SI_K برای مثال در تناسب با اهمیت آن ضروری است (Silvert, 1997) اگر $\propto$ درجه توافق میان M درجات عضویت و W_K اهمیت نسبی SI_K را نشان دهد پس فرمول عمومی عملیات میانگین متوازن عبارت است از:

فرمول(۱)

$$\mu_{SD} = \left[\frac{\sum_{k=1}^{m} W_K \, \mu_{1K}(x_k)^{\alpha}}{\sum_{k=1}^{m} W_K} \right]$$

در این مدل α بزرگتر از صفر است $(\alpha>0)$

در مورد خاصی وقتی اهمیت نسبی هر SI_K برابر است، معادله (۱) به شرح ذیل تقلیل می‌یابد:

(۲) فرمول

$$\mu_{SD} = \left[\frac{\sum_{k=1}^{m} \mu_{1K}(x_k)^{1/\alpha}}{m} \right]$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

معادله (۱)عموماً شامل موارد خاصی برای ارزشهای خاص α است: (i) اگر $\alpha \to -\infty$، پس μ_{SD} حد وسط فازی استاندارد است ((i) if $\alpha \to -\infty = \mu_{SD}$): و اگر (ii) if $\alpha \to 0$

پس μ_{SD} میانگین هندسی است؛ و اگر (iii) if $\alpha= 1$ پس μ_{SD} میانگین حسابی است؛ و اگر (iv) if $\alpha\to+\infty$ پس μ_{SD} واحد فازی استاندارد است.

برای مثال در سیستم‌های خانگی نگهداری مرغهای تخم گذار، فرض کنید SD بر مبنای سه SI ارزیابی می‌شود: SI_1 «استمرار کشاورزی» است. (X_1، هزینه به نسبت مرغ است)، SI_2 «انتشار آمونیاک» (NH_3 X_2 کیلوگرم به نسبت مرغ است)، و SI «غبار موجود در هوا» است (mg, X_3 به نسبت m^3) است *(de Boer at.al., 2000)*. افزون بر آن ارتباط X_K با μ_{ik} منجر به سه درجه عضویت می‌شود $(\mu_{11}(x_1) = 0/2, \mu_{12}(x_2) = 0/3, \mu_{13}(x_3) = 0/9)$ که در معادله (۱) کوچکترین درجه عضویت μ_{SD} را تعیین می‌کند آن به میزان کمتر با افزایش درجه توافق α صورت می‌گیرد. استفاده از ارزشهای خاص α موارد خاصی را منجر می‌شود:

$$\mu_{sd} = 0/2, ii\mu_{sd} = 0/4, (iii)\mu_{sd} = 0/5 and (iv)\mu_{sd} = 0/9$$

۲-۵- مدل فازی با استفاده از منطقی سازی تقریبی

۱-۲-۵- نمودار مدل فازی

نمودار مدل فازی که منطقی سازی تقریبی را برای ارزیابی SD استفاده میکند، در شکل ۳ نشان داده می‌شود. شامل ۶ مرحله است: مرحله ۱ ورودی مدل SI_k شاخص پایداری و X_k متغیر پایداری را تعریف می‌کند؛ مرحله ۲ متغیر زبانی $\tilde{A}$ و n ارزشهای زبانی $\tilde{A}_i$ را تعریف می‌کند و همچنین متغیر زبانی $\tilde{O}$ و q ارزشهای زبانی

$\tilde{O}\, p_1 (p = 1,..., q)$ را با توجه به معیار μ_{SD} تعریف می‌کند ؛ در مرحله ۳ تابع عضویت μ_{ik} و $\mu_{\tilde{O}\, p}$ ایجاد می‌شود؛ در مرحله ۴ درجه عضویت $\mu_{ik}(\mathrm{X_K})$ را محاسبه می‌شود؛ در مرحله ۵ نتیجه فازی $\tilde{N}$ مشخص می‌شود؛ و در مرحله ۶ ارزیابی عددی μ_{SD} ترسیم می‌شود. در منطقی سازی تقریبی مرحله ۴ بعنوان فازی سازی [۴۹]، مرحله۵ بعنوان استنتاج فازی [۵۰] و مرحله ۶ بعنوان "از فازی خارج کردن[۵۱]" شناخته می‌شود(خورشید و دیگران *yuan, 1995; bezdek, 1993; Klir and COX, 1998; Cornelissen 2003; Azadi, 2005;*).

۲-۲-۵- پایه قواعد فازی

منطقی‌سازی اشاره دارد به فرآیندهای استخراج نتایج مشکلی که مستقیماً قابل مشاهده نیست، از طریق مشکلی که می‌توان مستقیماً مشاهده نمود ***(Bhatnagar and Kanal , 1992)***. و در مدل فازی با استفاده از منطقی سازی تقریبی، فرآیند منطقی سازی مبتنی بر مجموعه‌ای از r قواعد فازی $R_j (j = 1,..., r)$ است، که تواماً بعنوان پایه قواعد فازی مدل تلقی می‌شود. A قواعد فازی سهم $\mathrm{SI_k}$ را در SD بوسیله موضوعات زبانی "اگر ـ پس" نشان می‌دهد.

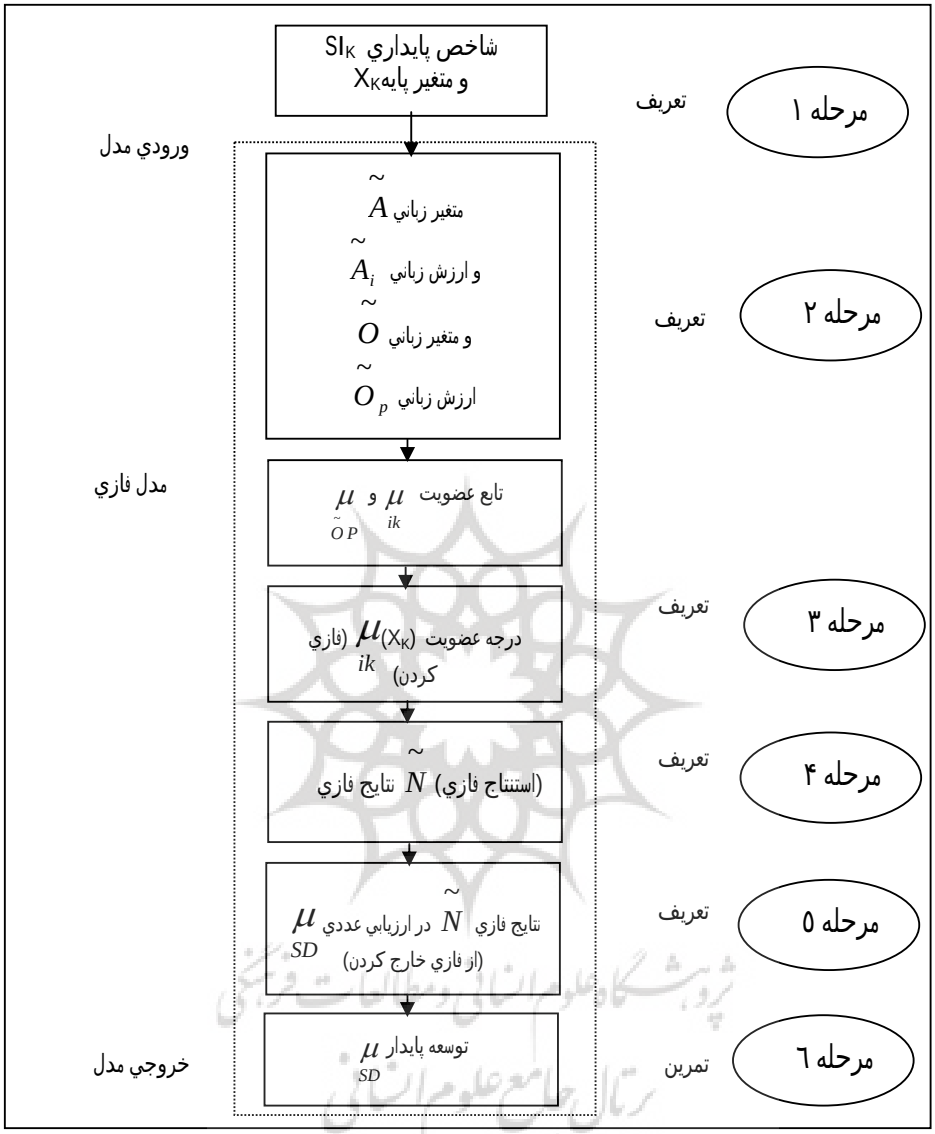
A موضوع، شامل یک قضیه است اگر ـ بخش و یک نتیجه است، پس ـ بخش قضیه، شامل یک یا چند واقعیت می‌باشد « $\mathrm{SI_k}$ is $\tilde{A}_i$ ». و نتیجه شامل یک واقعیت است « SD is $\tilde{O}\, p$ »، آنجا که ارزش زبانی $\tilde{O}\, p$ ارزیابی فازی با توجه به ($\tilde{O}\, p \subset U_{SD}$)

---

[49] _Fuzzification
[50] _Fuzzy Inferance
[51] _Deguzzification

SD تعریف می‌شود قواعد فازی R_j عبارت است ا ز: « SI_k $\tilde{A}_i$ » then « SD is $\tilde{O}\,p$ » if « is (اگر SI_k، $\tilde{A}_i$ پس SD، $\tilde{O}\,p$ می‌باشد).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳: نمودار مدل فازی مبتنی بر منطقی سازی تقریبی برای ازریابی سهم شاخص‌های پایداری SI در توسعه پایدار(SD).

برای مثال اگر SI_k «انتشار آمونیاک» $\tilde{A}_i$ ارزش زبانی «قابل پذیرش» و SD_2 «توسعه پایدار» باشد، $\tilde{O}$ ارزش زبانی «بدست آوردن»[۵۲] و $\tilde{O}_p$ ارزش زبانی «خیلی خوب[53]» باشد پس Rj قواعد فازی عبارت خواهد بود از:

«اگر انتشار آمونیاک قابل پذیرش است پس توسعه پایدار خیلی خوب است».

ارزیابیSD سیستم‌های خانگی نگهداری مرغهای تخم‌گذار را اگر بخاطر بیاورید: SI_1 «استمرار کشاورزی» است (X_1، هزینه به نسبت مرغ)، SI_2 «انتشار آمونیاک» است (kg NH_2, X_2 به نسبت مرغ)، و SI_3 «غبار کل در هوا» است (X_2، mg به نسبت m).

افزون بر آن، ارزش زبانشناختی $\tilde{A}_1$ «قابل پذیرش» و $\tilde{A}_2$ «غیر قابل پذیرش» است و ارزش زبانی $\tilde{O}_1$ «خیلی خوب» است. $\tilde{O}_2$ «خوب»، $\tilde{O}_3$ «بد» و $\tilde{O}_4$ «خیلی بد» است. پایه قواعد فازی، چهار قاعده فازی می‌باشد که عبارت است از:

R_1 اگر SI_1، $\tilde{A}_1$ است و SI_2، $\tilde{A}_1$ است و SI_3، $\tilde{A}_1$ است پس SD، $\tilde{O}_1$ است

R_2 اگر SI_1 ، $\tilde{A}_1$ است و SI_2 ، $\tilde{A}_1$ است و SI_3 ، $\tilde{A}_2$ است پس SD، $\tilde{O}_2$ است

R_3 اگر SI_1 ، $\tilde{A}_1$ است و SI_2 ، $\tilde{A}_2$ است و SI_3 ، $\tilde{A}_2$ است پس SD، $\tilde{O}_3$ است

R_4 اگر SI_1 ، $\tilde{A}_2$ است و SI_2 ، $\tilde{A}_2$ است و SI_3 ، $\tilde{A}_2$ است پس SD، $\tilde{O}_4$ است

[52]- Achievement
[53] -Very Good

در اینجا «و» ارتباط منطقی را بیان می‌کند *(Klir and yuan, 1995)* برای مثال قائده R_1 می‌گوید: «اگر استمرار کشاورزی قابل پذیرش است «و» انتشار آمونیاک قابل پذیرش است «و» غبار کل در هوا قابل پذیرش است، پس توسعه پایدار خیلی خوب است». مرحله ۴ (فازی کردن)، مرحله ۵ (استنتاج فازی)، و مرحله ۶ (از فازی خارج کردن) بر مبنای پایه قواعد فازی تشریح می‌شود.

۳-۲-۵- فازی کردن

فازی کردن ورودی مدل به محاسبه درجه عضویت $\mu_{ik}(X_K)$ اشاره دارد. در مثال ارزیابی SD در سیستم‌های خانگی مرغهای تخم گذار، فازی کردن SI_1 موجب $\mu_{11}(X_1) = 0/2$ ؛ SI_2 موجب $\mu_{12}(X_2) = ۰/۳$ و SI_3 موجب $\mu_{13}(X_3) = ۰/۹$ می‌شود. افزون بر آن $\tilde{A}_2$ («غیر قابل پذیرش»)تکمیل فازی $\tilde{A}_1$ («قابل پذیرش») است طوری که $P_{2K}(x_k) = 1 - \mu_{1k}(x_k)$ می‌شود *(Klir and yuan , 1995)*

$$\mu_{21}(x_1) = 0/8, \mu_{22}(x_2) = 0/7, \mu_{23}(x_3) = 0/1$$

٤-۲-۵- استنتاج فازی

استنتاج فازی فرآیند دو مرحله‌ای است: فرآیندهای استدلال و فرآیندهای انبوه یا انباشتگی *(Yager, 1994; Anorymous, 1998)*. فرآیندهای استدلال نتیجه فازی $\tilde{N}_j$ برای هر قاعده R_j تعریف می‌شود. فرآیند انباشتگی نتیجه فازی کل $\tilde{N}$ برای پایه قواعد فازی کامل تعریف می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فرآیند استدلال، نخست ارزش حقیقی τ_j برای قضیه موضوع در R_j تعریف می‌کند. اگر قضیه شامل یک واقعیت مفرد « SI_k is $\tilde{A}_i$ » باشد پس τ_j با درجه عضویت $P_{ik}(x_k)$ تعریف می‌شود. اگر قضیه شامل بیش از یک واقعیت شود پس τ_j بوسیله ارتباط منطقی تعریف می‌شود. *(Zadeh, 1975; Boixoder and Godo, 1998)*.

به مثال ارزیابی SD سیستم خانگی مرغهای تخم گذار توجه کنید. برای R_j ارتباط منطقی «و» یک عامل حد وسط فازی جهت محاسبه τ_j بر مبنای درجات عضویت تعریف می‌کند. برای مثال بکارگیری min عامل برای R_1 موجب ۰/۲ = [۰/۹، ۰/۳، ۰/۲] τ_j = min می‌شود.

پس فرآیند استدلال اینکه چگونه « $\tilde{O}p$ به نتیجه فازی مبتنی بر واقعیت «SD is منجر می‌شود را تعریف می‌کند. عامل تعریفی برای اجرای فرآیندهای استدلال در R_j ، تابع عضویت $\mu_{\tilde{O}P}$ را تعدیل می‌کند و به درجه خاصی بوسیله τ_j در مرحله ۳ ایجاد می‌گردد. برای مثال استفاده از Min عامل برای R_1 تابع عضویت $\mu_{\tilde{O}1}$ را بوسیله تعدیل در ۰/۲ = τ_1 اصلاح می‌کند. نتیجه فازی $\tilde{N}_1$ در حوزه تحت تعدیل تابع عضویت صورت می‌پذیرد.

فرأیندهای انباشتگی نتیجه کل فازی $\tilde{N}$ با انتخاب یک عامل برای جمع کردن $\tilde{N}_j$ تعریف می‌شود. در پایه قاعده فازی، قواعد با ارتباط منطقی «دیگر»[۵۴] مرتبط می‌شوند *(Watenabe at.al. 1992)*. در مثال، پس پایه قواعد فازی به شرح زیر خوانده می‌شود:

R_1 اگر SI_1 ، $\tilde{A}_1$ است و SI_2 ، $\tilde{A}_1$ است و SI_3 ، $\tilde{A}_1$ است پس SD، $\tilde{O}_1$ است دیگر

---

[54]_ Else

R_2 اگر SI_1 ، $\tilde{A}_1$ است و SI_2 ، $\tilde{A}_1$ است و SI_3 ، $\tilde{A}_2$ است پس SD، $\tilde{O}_2$ است دیگر

R_3 اگر SI_1 ، $\tilde{A}_1$ است و SI_2 ، $\tilde{A}_2$ است و SI_3 ، $\tilde{A}_2$ است پس SD، $\tilde{O}_3$ است دیگر

R_4 اگر SI_1 ، $\tilde{A}_2$ است و SI_2 ، $\tilde{A}_2$ است و SI_3 ، $\tilde{A}_2$ است پس SD، $\tilde{O}_4$ است.

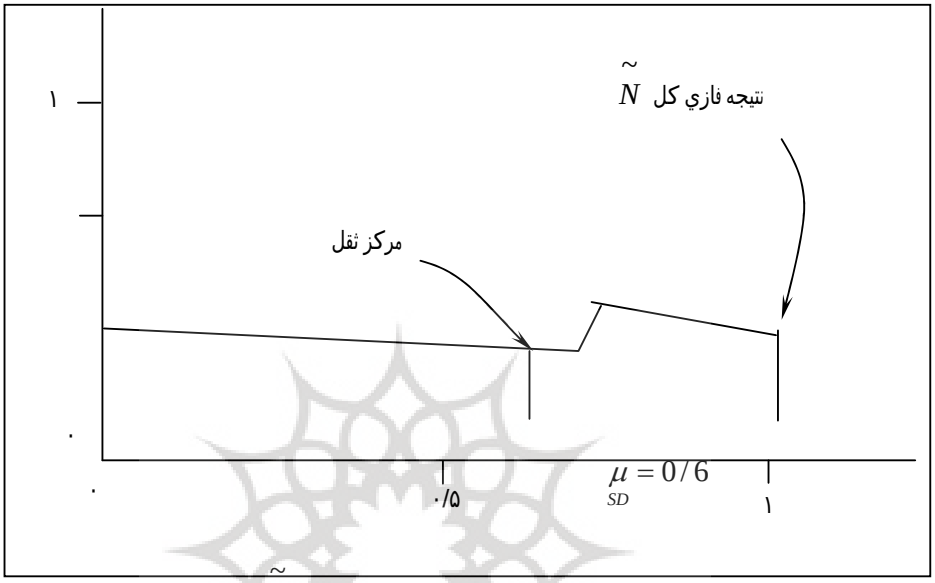
هر قاعده فازی فوق وضعیتی را با توجه به سه SI در SD بیان می‌کند. در منطقی سازی تقریبی قواعد R_1 تا R_4 برای درجه خاصی درست است همینطور بوسیله τ_1 تا τ_2 بیان می‌شود. که به این معنی است که قواعد به نتایج فازی کل $\tilde{N}$ به میزانی کمک می‌کنند. اگر یک قاعده کاملاً درست باشد (برای مثال τ_1 =۱) پس همه قواعد دیگر باید کاملاً غلط باشد (یعنی τ_2 =۰ تا τ_4) و نباید به $\tilde{N}$ کمک کند. بنابراین ارتباط منطقی «دیگر» بوسیله Max – عامل برای تقویت واحد فازی $\tilde{N}_j$ تعریف می‌شود *(yager, 1994; Turksen, 1999)* و نتیجه فازی $\tilde{N}$ در ناحیه تحت منحنی است .

۵-۲-۵- خارج کردن از فازی

خارج کردن از فازی تغییر نتیجه فازی $\tilde{N}$ از حوزه تحت منحنی به ارزیابی عددی μ_{SD} است. متدهای مختلفی برای خارج کردن از فازی قابل دسترسی است.

رایج‌ترین متد اغلب در مرکز ثقل متد می‌باشد که μ_{SD} بعنوان یک ارزش تعریف می‌شود که به حوزه زیر منحنی در دو زیـر حوزه مساوی تـقسیم می‌شود در مثالی که SD سیستم‌های

خانگی مرغهای تخم گذار را ارزیابی می‌کند مرکز ثقل بعنوان $\mu_{SD} = 0/6$ محاسبه می‌شود (شکل ۴)



شکل ۴: تشریح گرافیکی خارج کردن از فازی نتیجه فازی کل $\tilde{N}$ در مدل فازی استفاده از منطقی سازی تقریبی، برای ارزیابی توسعه پایداری سیستم‌های خانگی مرغ‌های تخم گذار.

مرکز ثقل متد حوزه زیر منحنی $\tilde{N}$ را به دو زیر حوزه تقسیم می‌کند و سپس از آن μ_{SD} مشخص می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

۳-۵- مدل دیگر؛ رویکرد چند فازی

آزادی و دیگران (۲۰۰۵) مدل چند فازی را بر مبنای دانش تخصصی نا همگن در حوزه مدیریت پایداری زمین ارائه دادند. وی ضمن تشریح مدل فازی، برای سرو کارداشتن با دانش تخصصی ناهمگن مدل چند فازی را ارائه میکند برای اینکار سه نوع مختلف از مدلهای فازی را ایجاد کردند هر مدل دارای داده خاص، ارزشهای زبانی، دامنه فازی و قواعد

اگر ـ پس می‌باشد بعد از محاسبه ستاده‌های هر مدل و ترکیب آنها ارزش ستاده نهایی مدل چند فازی محاسبه می‌شود. *(Azadi et.al. 2005)*.

۶– شرح مدلهای فازی برای ازریابی توسعه پایدار

اثر پایداری سیستمهای تولید کشاورزی به نیاز برای چارچوب استاندارد برای ایجاد و نظارت بر توسعه پایدار تأکید می‌کند. ارزیابی عددی SD در این چارچوب مبتنی بر شاخص‌های پایداری زمینه‌های وابسته به عوامل اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی است. هدف این مقاله معرفی تئوری مجموعه فازی بعنوان مبنای ریاضی برای تقویت معیار عددی SD می‌باشد. به این دلیل دو مدل فازی ارائه شد: یکی از عملیات انبوهشی مجموعه فازی استفاده می‌کند دیگری منطقی سازی تقریبی می‌باشد. هر دو مدل با استفاده از مثال فرضیه‌ای سیستم‌های خانگی مرغهای تخم‌گذار تشریح شد.

مدل فازی اول کاربرد قوی تئوری مجموعه فازی را بیان می‌کند و رویکرد عمومی منطقی‌سازی را تقویت می‌کند. عملیات انبوهشی مجموعه فازی پیوستار نگرش نسبت به SD را در دامنه‌ای از محافظه کاری تا لیبرال در بر می‌گیرد.

مدل فازی دوم کاربرد اصلاحی تئوری مجموعه فازی رادر بر می‌گیرد و رویکرد خاص منطقی سازی انسان را تقویت می‌کند. قواعد فازی اگر ـ پس انتظارات انسان در مورد SD در موضوعات زبانی که سهم SI را در SD بیان می‌کند، در بر می‌گیرد. معیار عددی μ_{SD} می‌تواند با انتخاب عاملان فازی که در فرآیندهای منطقی سازی تقریبی برای ترسیم نتایج با توجه SD استفاده می‌شود، به خوبی سازگار است. عاملان مختلف فازی برای اجرای فرآیندهای منطقی‌سازی در دسترس هستند. بنا براین انتخاب عاملان نیاز به ملاحظه کاری دقیق دارد. *(Cornelissen et.al., 2003: 11)*.

پرتال جامع علوم انسانی

۷- اجرای عملی مدلهای فازی

مدل فازی از دانش تخصصی همگن برای ارزیابی توسعه پایدار استفاده می‌کند ولی این مدل برای ارزیابی حوزه‌های ناهمگن ناکارا است لذا مدل سوم تحت عنوان مدل چند فازی برای ارزیابی توسعه پایدار زمینه‌های مناسبی برای توسعه ایجاد می‌کند *(Azadi , 2005)* توابع عضویت در مرکز مدلهای فازی قرار دارند. تابع عضویت هم به قوی‌ترین و هم ضعیف‌ترین نقاط تئوری مجموعه فازی توجه دارد*(Manda et.al. 1992)*. در قوی ترین نقطه، تابع عضویت در آستانه نرم تعریف می‌شود که ارزیابی آسان و عملی سهم SI در SD را ممکن می‌سازد. در مقابل با تابع مشخص، آستانه سخت در تئوری مجموعه کلاسیکی تعریف می‌شود *(Bosserman and Ragade 1982; Gearge et.al., 1997; Silrert, 1997; Cornelissen, 2003)*.

در ضعیف ترین نقطه، تابع عضویت به ذهنیت، در رابطه با ساخت‌های آن توجه دارد. در کاربرد مهندسی صنعتی تئوری فازی، ساختارهای تابع عضویت اغلب با آزمون و خطا مشخص می‌شود.

به هر حال متدهای آزمون و خطا برای ایجاد توابع عضویت برای ارزیابی SD ممکن نبوده و غیر قابل پذیرش در نظر گرفته می‌شود.

مطالعات متعددی متدهای تجربی را در ایجاد تابع عضویت بر مبنای دانش تخصصی بحث کرده‌اند. در استفاده از دانش تخصصی برای اجرای عملی مدلهای فازی برای ارزیابی SD باید سه شرط زیر مورد توجه باشد:

(۱) معیارهایی که ضرورت کیفی کردن تخصص‌ها را مشخص میکند (۲) انتخاب مناسب دانش تئوری برای ایجاد تابع عضویت، و (۳) متدهایی برای آزمون پایایی تابع عضویت. پایایی تابع عضویت نیز با توجه به تأیید و روایی مدل فازی واجد اهمیت است *(Cornelissen, 2003: 13)*.

۸- نتایج

فرآیند تصمیم‌گیری مبتنی بهSD اولین و برترین بحث سیاسی و ذهنی است. اگر چه نگرش نسبت به SD ممکن است ذهنی باشد، تئوری مجموعه فازی چارچوب ریاضیاتی رسمی را بـرای ارتباط دادن انتـظارات/انسان در مـورد SD در موضوعات زبانی تقویت می‌کند و با داده‌های عددی در معیارهای SI بیان می‌شود. بنا براین مدلهای فازی ارائه شده دراین مقاله رویکرد جدیدی برای حمایت از تصمیم گیریهای مرتبط با توسعه پایدار فراهم می‌کند. بویژه از مدل چند فازی می‌توان در حوزه‌های بسیار مبهم و ناهمگن و حمایت از تصمیمات مرتبط با پایداری استفاده کرد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع فارسی

۱- آذر، عادل و تلنگی احمد (۱۳۷۷)،مدل برنامه ریزی آرمانی ـ فازی برای انتخاب پرتفلیوی بهینه، فصلنامه مطالعات مدیریت، شماره ۲۰

۲- الوانی، سید مهدی و وارث، سید حامد (۱۳۸۰)، تحقیقات چند پارادایمی در مطالعات سازمانی، دانش مدیریت، شماره ۵۴

۳- امانی، منوچهر (۱۳۸۳)، راهبردهای ملی توسه پایدار، ماهنامه علمی کشاورزی و زیست محیطی، سال اول، شماره نهم

۴- خورشید، صدیقه ؛ و کارولوکس: تسلیمی، محمد سعید ؛ جعفرنژاد. احمد ؛ بدیع کامبیز (۱۳۸۳)، رتبه بندی پروژه‌های تحقیقاتی تحت محیط فازی تصمیم‌گیری گروهی از طریق تکنیک Topsts، فرهنگ مدیریت، شماره پنجم

۵- خورشید، صدیقه ؛ کارولوکس ؛ معمار ریاضی، عزیز ا... (۱۳۸۳)، یک مدل اجماع فازی برای تصمیم گیری گروهی، مطالعات مدیریت، شماره ۴۲ و ۴۱

۶- دانایی فرد، حسن (۱۳۸۰)، تحول در مبانی شناخت شناسی پژوهش‌های مدیریت ؛ چالش پایداری جهانی، مدیریت و توسعه، شماره ۱۱

۷- رنه کاتر (۱۹۹۸) پارادایم جدید ؛ از مدیریت توسعه تا مدیریت توسعه پایدار، ترجمه دکتر شمس‌السادات زاهدی و حسن دانایی فرد، فصلنامه مطالعات مدیریت، شماره

۸ – زاهدی، شمس السادات (۱۳۸۲)، حسابداری زیست محیطی پیش نیاز توسعه پایدار، فرآیند مدیریت توسعه، شماره ۵۹

۹- زاهدی، شمس السادات (۱۳۷۶)، توسعه پایدار و اصل آهنین منابع شخصی، مدیریت دولتی، شماره ۳۸

۱۰- مهرگان، محمد رضا؛ قاسم زاده، فریدون؛ صفری، حسین (۱۳۸۳)، کاربرد رویکرد فازی در شناسایی موقعیت استراتژیک شرکتهای فراهم کننده خدمات اینترنتی، فرهنگ مدیریت، شماره ۵

منابع انگلیسی

1- Agrawal, Arm (2001), Common Property Institions and Sustinable Governance of Resources, Word Development, Vol .29, PP.1649-1972

2- Bohringer, Christoph and Loschel, Andreas (2004), Measuring sustainable development: the use of computable general equilibrium models, ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp 0414.pdf.

3- Chibambo, Marion L.N. (2003), records management: the key to good governance and sustainable development, university of Swaziland.

4- Ciegis, Remigijus (2003), management principle of society's sustainable development and transformation of economy, transformations in business and economics, vol.2, No. 2.

5- Cornelissen, A.M.G. and vanden berg, J. And Koops, W.J. and Grossman, M. And udo, H.M.J. (2001), Assessment of sustainable development: a novel approach usingfuzzy set theory, http://WWW.erim.eur.nl.

6- Kirgis, Frederic L. And Douglas, William O.(2003), Fuzzy logic and the sliding scale theorem,

7- Poy,K.C. and Tisdell,C.A (1998), Good Governance In Sustainable Development, International Jaurnal of Social Economics, Vol.25.

8- Tufan, Ekrem and Hamarat, Bahattin (2003), clustering of financial ratios of the quoted companies through fuzzy logic method, journal of naval science and engineering, vol. 1, No. 2.

9-Trainer, E.E (1997), The Global Susbainability : The Implicasion for community, International jurnal of Social Economics, Vol.24,PP. 1219-1240.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی