محیط‌زیست و توسعه، سال ۲، شماره ۳، بهار و تابستان ۱۳۹۰، از صفحه ۳۷ تا ٤٤

منطق فازی و کاربرد آن در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی

جواد صالحی*[۱]، حسین مرادی[۲]

۱ دانشکده کشاورزی،گروه محیط‌زیست، دانشگاه بیرجند
۲ استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۰/۶، تاریخ تصویب: ۱۳۹۰/۳/۱۷)

چکیده

بدون شک فعالیت‌های بشر در طی دهه‌های گذشته اثرات محیط‌زیستی منفی فراوانی به دنبال داشته است. و کمبود اطلاعات و آگاهی جامعه از فعالیت های پیرامون خود، سبب تشدید این اثرات منفی شده است. بنابراین با توجه به افزایش روز افزون اثرات محیط زیستی، نیازمند ابزاری هستیم که بتواند این اثرات محیط زیستی را اندازه‌گیری کند. ارزیابی اثرات محیط زیستی (EIA) شامل حجم زیادی از اطلاعات کمی و کیفی بوده که روش های معمول قادر به ارائه آنها به درستی نمی‌باشد و از آن جایی که EIA یکی از مناسب‌ترین معیارهای توسعه پایدار و مدیریت محیط‌زیست در جهان به‌شمار می‌رود، بنابراین می‌بایست روش‌های مناسب به کارگرفته شده و به مورد اجرا گذاشته شود. در این مقاله سعی شده است کاربرد منطق فازی را در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی که قادر به پشتیبانی، ادغام کامل اطلاعات کمی و کیفی و همچنین تصمیم‌گیری می‌باشد، معرفی گردد.

کلید واژه‌ها: ارزیابی اثرات محیط‌زیستی، متغیرهای زبان شناختی، منطق فازی، تصمیم‌گیری

* نویسنده مسئول: Email: javad.salehi.sky@gmail.com

سرآغاز

در سال‌های اخیر کره زمین شاهد تغیرات اقلیمی عظیم بوده که این سبب رخدادهای محیطزیستی فراوانی شده است. این گواهی روشن از مشکلات محیطزیستی است. این مشکلات چه در سطح محلی و یا جهانی نتیجه فعالیت‌های انسانی که توسط سازمان‌ها و دولت‌ها بر محیطزیست تحمیل می‌شوند. بر این اساس کشورها قوانینی برای فعالیت‌های خود اتخاذ نمودند که موازن‌های بین محیطزیست و توسعه بوجود آید که در واقع فعالیت‌ها در آستانه تحمل محیطزیست قرار بگیرند (Blanco, et al., 2009). بدین‌ترتیب تدوین اصول و قواعد الزام‌آور محیطزیستی به تدریج موجب توسعه حقوق محیطزیست چه در ابعاد ملی و چه در سطوح بین‌المللی گردیده و امروزه حقوق محیطزیست و قوانین و مقررات محیطزیستی یکی از مهمترین ابزار و عوامل مدیریت محیطزیست در حل مشکلات و معضلات محیطزیستی است. هرچند که نقش عوامل دیگر از قبیل آگاه سازی و تنویر افکار عمومی و نهادینه کردن این مقوله در فرهنگ و رفتارهای اجتماعی بسیار مهم و چشمگیر می‌باشد ولی مسلماً پیشگیری و ممانعت از آلودگی و تخریب محیطزیست و تنظیم روابط بین انسان و محیطزیست بدون وجود قواعد حقوقی الزام‌آور، میسر و ممکن نخواهد بود.

فعالیت‌های بشر بزرگتر از آن است که طبیعت بتواند خود پالایی انجام دهد، یک راه حل صحیح برای به حداقل رساندن اثرات و اصلاح آن، پیش بینی اثرات محیطزیستی قبل از اجرایی شدن فعالیت‌ها است (Duarte et al, 2007). EIA از جمله روش‌های بسیار کار آمدی است که با شناسایی محیطزیست و درک اهمیت آن، آثار بخش‌ها یا فعالیت‌های مختلف یک طرح بر اجزای محیط را بررسی و ارزیابی می‌کند و در نهایت با توجه به نتایج حاصل از آن، راهکارهایی جهت ایجاد سازگاری بیشتر بیان می‌دارد (Canter, 1996). همچنین شرایطی برای تشخیص مشکلات محیطزیستی و ایجاد یک راه حل برای پیشگیری و یا کاهش این مشکلات تا رسیدن به سطح قابل قبولی ارائه می‌دهد. EIA یک طرح مدیریت محیطزیستی ایجاد می‌کند که برنامه پایش را انجام می‌دهد (Atiyat Mosa, 2004). انجام ارزیابی محیطزیستی برای طرح‌ها یکی از راه‌های قابل قبول برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار می‌باشد و می‌تواند به‌عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی در دسترس مدیران، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران قرار گیرد، تا براساس آن بتوان آثار بالقوه محیطزیستی را که در اثر اجرای طرح‌های عمرانی و صنعتی پدیدار می‌شود شناسایی کرده و با گزینه‌های مختلف اقدام به حل آن‌ها نمود، از این‌روست که تهیه و تدوین گزارش ارزیابی اثرات محیطزیستی طرح‌ها و پروژه‌ها به‌عنوان یک ضرورت باید پنداشته شود.

مشکل اصلی که در روش‌های معمول EIA وجود دارد این است که قادر به پشتیبانی درست حجم زیاد اطلاعات کیفی و کمی محیطزیستی نبوده، بنابراین، برای حل این مشکل اطلاعات کیفی را به مقیاس عددی تبدیل می‌کند. نکته مهم در اینجاست که این اطلاعاتی که به صورت عددی بیان شده‌اند در اصل اینها نشان‌دهنده یک وضیت بوده و به صورت کیفی بیان شده بودند. در نتیجه، نمی‌توان برای مجموعه‌ای از این مقادیر، که فقط در ظاهر کمی هستند، روابط و اعمال جبر ریاضی را به کار برد. بنابراین، نیاز به روشی است که بتواند این مقادیر را بدون تغییر در ماهیت شان تجزیه و تحلیل کند. منطق فازی بهترین روش برای این هدف است. از این‌رو در این تحقیق سعی شده است که راهکارهای نو به همراه بیان اطلاعات کیفی و کمی در قالب متغیرهای زبان شناختی فازی، و محاسبه این متغیر با استفاده از تکنیک فازی در جهت رفع این مشکلات ارائه شود.

وضعیت کنونی روش‌های سنتی معمول ارزیابی در جهان و ایران

روش‌ها و مدل‌های بسیاری در ارزیابی اثرات محیطزیستی وجود دارد که می‌توان روش‌های مختلفی مثل چک لیست[۱]، ماتریس[۲]، رویهم‌گذاری[۳] (McHarg, 1969)، تجزیه‌وتحلیل سیستمی[۴] (مخدوم، ۱۳۷۹)، مدل‌های شبیه‌سازی و دیاگرامی، روش‌های تجزیه‌وتحلیل هزینه- فایده و ... ابداع و تشریح گردیده است. برای انتخاب روش مناسب برای هر طرح باید به مجموعه‌ای از شرایط و خصوصیات از قبیل مشخصات روش (سادگی، سهولت درک و استفاده، توانایی روش و)... خصوصیات محیط و ماهیت طرح توجه کرد. انتخاب یک روش صحیح برای ارزیابی اثرات به قصد کاهش ،اصلاح و جلوگیری اثر محیطزیستی مهترین گام در ارزیابی به‌شمار می‌رود (Duarte, et al, 2007). معمولی‌ترین روش که تاکنون برای ارزیابی پروژه‌های محیطزیستی در ایران استفاده شده است، روش

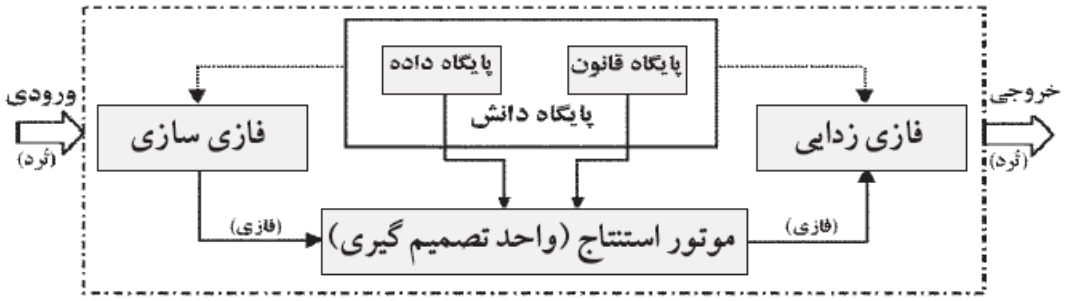
ماتریس لئوپولد (Leopold et al, 1971)، ماتریس ایرانی (مخدوم، ۱۳۸۶)، و ماتریس آیکولد بوده است. ماتریس لئوپولد با ارزش گذاری ۱۰+ تا ۱۰- نتوانست جایی در خور برای ارزیابی اثرات توسعه در کشور ما کسب کند (مخدوم، ۱۳۸۷). اما همین ماتریس لئوپولد زمانی که ارزش‌گذاری آن به ۵+ تا ۵- تغییر یافت توانست جای بسیاری از روش‌های معمول ارزیابی اثرات توسعه را بگیرد. تغییر در ارزش‌گذاری را مخدوم در دهه ۱۳۷۰ شمسی پیشنهاد داد، از این‌رو ماتریس لئوپولد به ماتریس اصلاح شده تغییر ماهیت داد و امروزه با ارزش‌گذاری ۵+ تا ۵- معروف به ماتریس ایرانی شده است (مخدوم، ۱۳۸۶). مخدوم به این صورت بیان می‌کند که ارزش‌گذاری از۱۰ به ۵ به خاطر این واقعیت است که هر ارزیاب اول کیفی فکر می‌کند یا ارزیابی می‌نماید و سپس نتیجه فکر و ارزیابی کیفی خود را عددگذاری یا ارزش‌گذاری می‌کنند. در ماتریس اولیه لئوپولد به خاطر آنکه در زبان انگلیسی می توان ۱۰صفت خوب ۱۰ صفت بد را ردیف کرد که به راحتی برای یک انگلیسی زبان و یا مسلط به زبان انگلیسی قابل درک می‌باشد، ارزش گذاری از ۱۰+ تا ۱۰- در نظر گرفته شده است (مخدوم، ۱۳۸۷)، عملی که در زبان فارسی غیر ممکن یا بسیار دشوار است. روش ماتریسی که برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در ایران به‌کار می‌رود دارای مزایا و معایب مختلفی است، از مزایای آن می‌توان به سادگی، روان بودن و نیاز نداشتن تخصص خیلی زیاد کارشناس اشاره کرد. روش‌های ماتریس به دلایلی مانند جامع و سیستماتیک نبودن، غیرواقعی بودن، نشان ندادن بعد مکانی و زمانی اثرات، ذهنی و کیفی بودن آن‌ها، نمایش ندادن اثرات متقابل و اثرات تجمعی و استفاده غیرواقعی از اعمال ریاضی کارایی درستی نداشته و مطالعات ارزیابی را به نتیجه منطقی و قابل دفاع هدایت نمی‌کند (Andriantiatsaholiniaina, 2001; Phillis Wood, 1995;). ارزیابی متغیرهای طبیعی که کیفی هستند با ارزش‌های کمی، در نظر نگرفتن عدم قطعیت برای زمانی که ارزش‌گذاری متغیرها ناممکن و یا نامعلوم هستند، کمبود پارامترهای کیفی که در ارزیابی نقش دارند، از دیگر معایب این روش‌ها هستند. در این روش دو بعد اثر (بزرگی و اهمیت) مورد ارزیابی قرار گرفته و فقط «بزرگی اثر» در آنالیز شرکت داده می‌شود. عدم وجود یک اصلاح کننده قوی برای تصمیم‌گیری، توانایی نداشتن در نمایش و خلاصه کردن نتایج و جمع‌بندی صحیح، در نظر نگرفتن ضریب یا درجه اهمیت برای فاکتورها، ارزش‌گذاری براساس کلیات و عدم استفاده از اندیکاتورها نیز کارآیی آنها را در هاله‌ای از ابهام فرو برده است. این کاستی‌ها ما را بر این داشت برای حل مشکلات مذکور روش فازی که پروسه فکری انسان تبعیت و برای داده‌های کیفی قابلیت بالا دارد برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی پیشنهاد بدهیم.

منطق فازی

از همان ابتدا که انسان اندیشیدن را آغاز نموده همواره کلمات و عباراتی را بر زبان جاری ساخته که مرزهای روشنی نداشته‌اند. کلماتی نظیر «خوب، بد، جوان، پیر، بلند، کوتاه، قوی، معمولاً، غالباً، به ندرت و ...». روشن است که نمی‌توان برای این کلمات مرز مشخص یافت. اما در بسیاری از علوم نظیر ریاضیات و منطق فرض بر این است که محدوده‌ها و مرزهای دقیقاً تعریف شده‌ای وجود دارد و یک موضوع خاص یا در آن محدوده می‌گنجد یا نمی‌گنجد. بنابراین پدیده‌های منطقی و ریاضی براساس مبانی و اصول کلاسیک علم تنها دو حالت دارند: یا درست هستند یا غلط. بر این اساس موضوعات منطقی و ریاضی یا کلاً درست هستند یا کلاً نادرست، سفید یا سیاه، یک یا صفر (غفاری و همکاران، ۱۳۸۴). اما، منطق فازی (Zadeh, 1965) بیان می‌دارد که همه چیز نسبی است. فازی بودن به معنای چند ارزشی بودن است این بدان معنا است که در پاسخ به هر سئوال سه انتخاب یا بیشتر وجود دارد، و شاید طیف نامحدودی از انتخاب‌ها به جای فقط دو انتخاب نهایی وجود داشته باشد. یعنی این که به جای حالت دودویی از حالت آنالوگ استفاده شده و سایه‌های نامحدودی از خاکستری بین سیاه و سفید فرض می شود (حسینی، ۱۳۸۱).

مراحل انجام تجزیه و تحلیل به روش منطق فازی

ضرورت اصلی در طراحی یک سیستم خبره فازی، نخست انتخاب توابع عضویتی[۵] با کارایی بالا برای متغیرهای زبان‌شناختی و تعریف مجموعه‌های فازی ورودی و خروجی در هر مرحله (تشکیل پایگاه داده). شکل (۱) شمای کلی فرآیند استنتاج را در منطق فازی نشان می‌دهد، همان‌طور که ملاحظه می‌شود، ترکیبی از سه مرحله عملیات فازی سازی[۶]، استنتاج[۷] و غیرفازی سازی[۸] است



شکل (۱): شمای کلی و مراحل اصلی در استنتاج فازی

متغیرهای زبان‌شناختی جهت کاربرد منطق فـازی در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی

هـدف اصـلی روش فـازی، بـرای EIA محاسـبه اهمیـت اثـر (Leopold et al, 1971 ؛ Duarte, 2000) بـر مبنـای منطـق فازی می‌باشد، به این خاطر نیاز هست کـاربر بـرای متغیـر هـای ورودی و خروجی خود متغیر هـای زبـان شـناختی تعریـف کنـد، [مجموعه کلمات بـرای محاسـبه اسـتفاده مـی‌شـود (Zadeh, 1999)]. روش فـازی کـه ذاتـاً تقریبـی و در حکـم یـک روش مفهومی برای محاسبه معنی‌داری[۹] اثـر فعالیـت‌هـا مـدل‌سـازی می‌شود، بنابرین نتایج اهمیت اثر با درجه‌ای از قطعیت وجود دارد و با رویهم‌گـذاری آنالیزهـای فـازی مـی‌تـوان تـأثیر پـروژه بـر محیط‌زیست را برآورد نمود (Duarte, 2007).

به‌منظور طراحی یک سیستم پشتیبانی فـازی بـرای پـیش‌بینـی معنی‌داری (تأثیر) فعالیت های پروژه بر فاکتورهای محیط زیـستی ما ابتدا متغیرهای زبان شناختی[۱۰] (ابعاد اثر) را که در اهمیت اثـر نقش دارند، مشخص می‌کنیم. این متغیرهـا شـامل بزرگـی اثـر، ارتباط اثر، تشدید اثر، گستره اثر، تجمعی بودن اثر (وجود توسـعه های دیگر)، تنـاوب اثـر، برگـشت‌پـذیری اثـر[۱۱]، پایـداری اثـر، گشتاوری اثر[۱۲] (اثر بعد چه مدت نفوذ خود را نشان مـی‌دهـد) و احیاپذیری[۱۳] می‌باشند. با توجـه بـه ماهیـت و ذات هـر یـک از متغیرهای زبان‌شناختی که در واقع ورودی ما در منطـق فـازی و خروجی (معنی‌داری اثر)، تابع عضویت معرفی می‌کنیم. در مرحله بعد با ایجاد قواعد استنتاج فازی که بخش کنترلی فازی هستند با استفاده از الگوریتم‌های فازی و دانش ارزیاب معرفـی مـی‌کنـیم، این قواعد بیانگر ارتباط متقابل بین متغیرهای مؤثر و معنـی‌داری اثر می‌باشد.

کاربرد منطق فازی در EIA

روش فازی در بسیاری از زمینه‌ها با موفقیت به کار گرفتـه شـده است، چند سال گذشته منطق فازی[۱۴] بـه‌عنـوان یـک سیـستم پشتیبانی اطلاعات در بسیاری از زمینه های علمی وارد شده است (Zadeh, 1965; Blanco et al, 2003). کاربرد منطـق فـازی در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی نقطه شروعی در برابـر روش‌هـای سنتی ارزیابی و ارتقـای کیفیـت مطالعـات ارزیـابی خواهـد بـود. ارزیابی اثرات محیط زیـستی ذاتـاً بـا اطلاعـات فـازی پـشتیبانی می‌شود (Duarte et al, 2003). استفاده از منطق فـازی بـرای EIA زمانی که از اطلاعات کیفی و مبهم استفاده می‌شود، بکـار گرفته می‌شود و برای مدل‌سازی کیفـی متغیرهـا کـارایی بـسیار بالایی دارند.

دوآرت و همکاران (۲۰۰۷) یک مدل زبان شناختی مناسب تهیـه کرده و یک رابطه ریاضی بین این متغیرها ایجاد کردند، این مدل توانایی پشتبانی متغیرهای کیفی و کمـی ارزیـابی اثـرات را دارد. تحقیقات آنها در نهایت منجر بـه تولیـد یـک نـرم‌افـزار بـه نـام TDEIA شد و آنها یک مطالعه مـوردی موفـق ارزیـابی اثـرات محیط زیستی در زمینه استخراج معدن در کوبـا[۱۵] انجـام دادنـد. بوکلین و همکاران (۲۰۰۶) با استفاده از اندیکاتور هـای محیطـی همچون پارامتر های محیطـی، فرهنگـی و اجتمـاعی اقتـصادی، شاخص‌های مربوط به متغیرهای فازی و قطعی را مشخص کرده و در یک مطالعه موردی به ارزیابی اثرات پروژه‌های بزرگراهـی و جاده‌ای بر منطقه حفاظت شده[۱۶] پرداختند. کیونگ و همکـاران (۱۹۹۲) با تجزیـه تحلیـل خوشـه‌ای فـازی در جهـت مـشخص نمودن شاخص‌های کیفی ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در بخـشی از شانگ‌های[۱۷] مورد اسـتفاده قـرار دادنـد. مـورون و همکـاران (۲۰۰۹) با استفاده تئوری مجموعه فـازی، مـدل فـازی جدیـدی

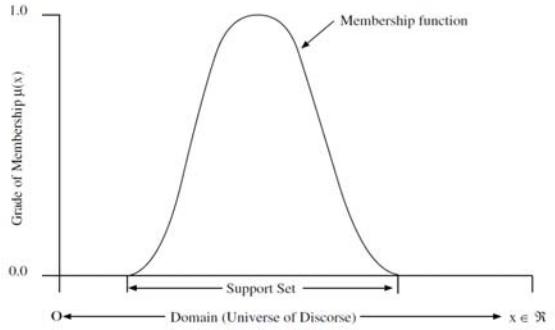
ارائه دادند که قابلیت ادغام کامل اطلاعات کمی و کیفی را دارد. آنها همچنین نرم افزار AIEIA را که یک نرم‌افزار بسیار کارا است را برای ارزیابی اثرات محیط‌زیستی پیشنهاد دادند.

لیو و همکاران (۲۰۰۷) اثرات محیط‌زیستی یک بزرگراه ریلی را در تایوان ارزیابی کردند. در این تحقیق ۱۰ اندیکاتور و ۲۸ اندیکاتور جزیی (زیر اندیکاتور) مشخص شدند. به این صورت که برای ارزیابی ۳ فاکتور محیط‌زیستی، اکولوژی و اقتصادی اجتماعی و برای هر کدام یک چندین اندیکاتور و زیر اندیکاتور تعریف شده است. اندیکاتورهای محیط زیستی عبارت است از: هوا، آب، خاک، صدا، زباله های جامد، اکوسیستم های خشکی، اکوسیستم های آبی، منابع اقتصادی، منابع اجتماعی و منابع فرهنگی. به‌عنوان مثال زیر اندیکاتورهای مربوط به هوا شامل Co، So_2، No_2 و TSP می‌باشند.

سپس در نرم‌افزار MATLAB، با استفاده از قانون IF-THEN به ارزیابی اثرات محیط‌زیستی هر زیر اندیکاتور پرداختند. لیو و همکاران. (۲۰۰۹) یک چارچوب ارزیابی براساس این ارائه دادند و براساس آن میزان معنی‌داری اثرات را با منطق فازی مورد ارزیابی قرار دادند. در نهایت تمام این مراحل را با استفاده از فرایند تحلیلی فازی ادغام کرده و در مورد اثرات پروژه به تصمیم گیری می‌پردازند. به عنوان مثال، با استفاده از قاعده «اگر– آنگاه»(IF-THEN): اگر «شدت اثر= کم» و«ارتباط اثر = مستقیم» و «تشدید اثر = ساده» و «گستره اثر = محلی»، و «تجمعی بودن = ساده» و «تناوب اثر = نامنظم» و «برگشت پذیری اثر = کوتاه مدت» و «پایداری اثر = زود گذر» و «گشتاوری = ساده» و «احیا پذیری اثر = کوتاه مدت» آنگاه نتیجه می‌شود که «معنی داری اثر = ناچیز» خواهد بود. از آنجا که با استفاده از نتایج «فازی شده» نمی‌توان اقدام به تصمیم گیری کرد، بنابراین، در مرحله آخر غیرفازی سازی[۱۸] می‌کنیم که عدد بدست آمده از این مرحله به تصمیم‌گیری نهایی می‌انجامد. به طورکلی مراحل مختلف استفاده از منطق فازی همراه با یک مثال به شرح زیر است:

مرحله اول: فازی سازی

از این‌رو ضرورت اصلی در طراحی یک سیستم خبره فازی، نخست انتخاب توابع عضویتی[۱۹] با کارایی بالا برای متغیرهای زبان‌شناختی فوق و تعریف مجموعه‌های فازی ورودی و خروجی در هر مرحله، فازی‌سازی فرآیندی است که ورودی‌ها و خروجی‌ها را به توابع عضویتشان مربوط می‌کند، در نتیجه فازی‌سازی مجموعه‌ای از نمودارها است که عضویت مقادیر مختلف را در مجموعه‌های فازی نشان می‌دهد. هر ارزش در مجموعه فازی درجه عضویتی در مجموعه دارد که از ۱۰۰٪ برای عضویت ۱ تا ۰٪ برای عضویت ۰ تغییر می‌کند. این بدان معنی است که در مقابل ارزش قطعی[۲۰] که فقط یک مقدار درست دارد و همه ارزش‌های دیگر نادرست است، یک مجموعه فازی ارزش‌های فازی دارد که در آن همه ارزش‌ها درجه‌ای از درستی دارد که از ۱۰۰٪ تا ۰٪ تغییر می‌کند. در جعبه ابزار منطق فازی نرم‌افزار، ورودی همیشه یک مقدار عددی برمینای درجه عضویت متغیر ورودی است (شکل ۲).



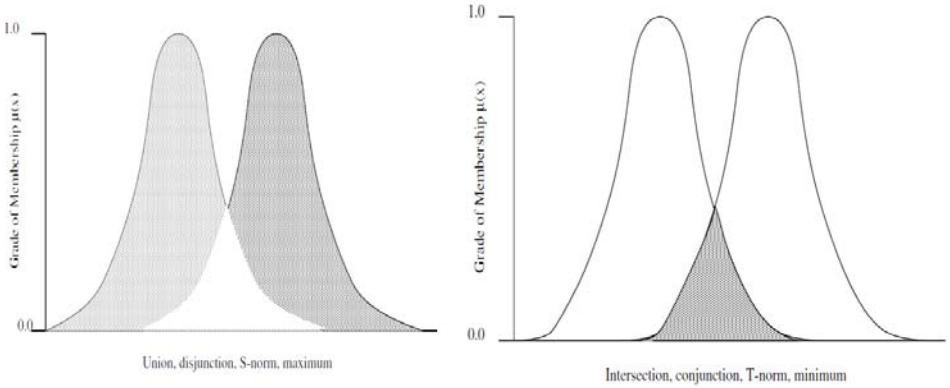
شکل (۲): فازی سازی (2005 Richard B. Shepard)

مرحله دوم: به‌کارگیری عملگرهای فازی

بعد از فازی سازی متغیرهای ورودی و خروجی با بکارگیری عملگر های قوانین فازی (AND,OR و ...) خروجی به صورت یک عدد که می‌تواند عدد بیشتر (OR) و یا کم تر (AND) از ورودی باشد (شکل ۳) .

مرحله سوم: قواعد استنتاج فازی

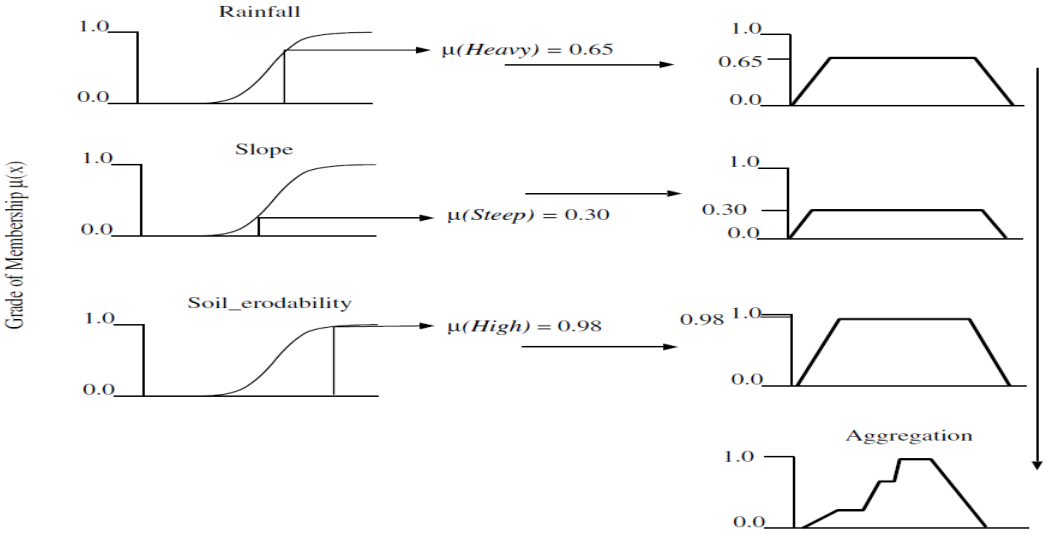
قواعد استنتاج فازی بخش کنترلی سیستم می‌باشند و پایگاه قواعد، مجموعه‌ای از قواعد می‌باشد که مربوط به مجموعه‌های فازی، مقادیر ورودی و مقادیر خروجی می‌باشد. قبل از بکارگیری روش استنتاجی، باید وزن برای (درجه از ۰ تا ۱) هر قانون تعریف شود. سطح زیر نمودار با توجه به وزن قوانین در یک حداقل سطحی مشخص می‌شود. به عنوان مثال وزن ۱ به بیشینه هیچ تأثیری در خروجی ندارد، برای اعمال تأثیر رابطه بین قوانین باید عددی غیر ۱ داد.



شکل (۳): بکارگیری عملگرهای فازی(2005 Richard B. Shepard)

مرحله چهارم: ادغام تمام خروجی ها و جمع بندی نتایج

از آنجا که تصمیم‌گیری با توجه به تمام قوانین می‌باشد، باید خروجی کل قوانین در یکدیگر ادغام شوند، در این مرحله نتیجه به ترتیب برای هر قانون اعمال نمی‌شود بلکه به صورت موازی انجام می‌شود (شکل ۵).



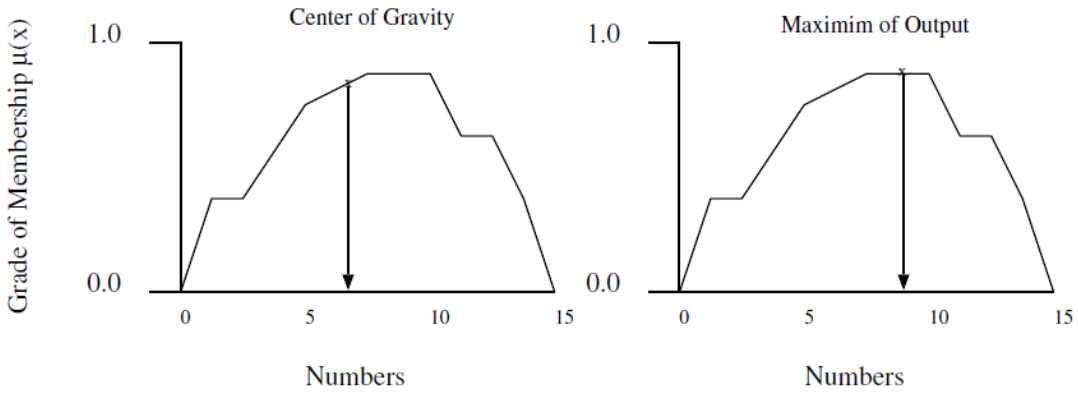
شکل (۴) : استنتاج فازی و ادغام تمام خروجی‌ها (Richard B. Shepard, 2005)

مرحله پنجم: غیر فازی

غیرفازی سازی تبدیل خروجی‌های فازی به یک مقدار قطعی برای کاربرد واقعی می‌باشد. روش‌های مختلفی برای این فرآیند وجود دارد، معمولاً دو روش متداول و مفید غیرفازی سازی که بیشتراستفاده می‌شود. روش مرکز ثقل[۲۱] و ممدانی[۲۲] و روش های همچون بیشترین مقدار حداکثر[۲۳] و کمترین مقدار حداکثر[۲۴]. (شکل ۶)

بحث و نتیجه‌گیری

سیستم فازی به جای اعداد با مجموعه‌های فازی سرکار دارد و از آنجا که مجموعه فازی قدرت تبیین بیشتری نسبت به یک عدد دارد استفاده از مجموعه‌های فازی توانایی تعمیم اطلاعات ارزیابی را به ما می‌دهد. ابهام در اطلاعات، نبود داده‌های کافی، برون‌یابی آماری و دانش محدود از طبیعت از دلایل توجه ما به منطق فازی در ارزیابی اثرات است. اساساً ما در طبیعت توانایی اندازه‌گیری با هر درجه از دقت خاص محرومیم .خصوصاً اگر



شکل (۶): غیر فازی (Richard B. Shepard, 2005)

خواسته باشیم اثرات متقابل بین فعالیت‌های پروژه و فاکتورهای زیستی را پیش‌بینی کنیم. از این‌رو با عدم قطعیت در اطلاعات و یک ارزش‌گذاری کیفی که باید به اهمیت اثر بدهیم روبرو هستیم. در اینجا با کمبود اطلاعات دانش مواجه نیستیم، بلکه با یک عدم اطمینان در اطلاعات روبرو هستیم. چنین عدم قطعیت را می‌توان با بازه‌هایی از اعداد تهیه کرد. این عدم قطعیت را به‌راحتی می‌توان با مجموعه‌های فازی مدل‌سازی نمود. رویکرد فازی ابزار بسیار مناسبی است جهت برخورد و کنار آمدن با این عدم اطمینان و ابهام و همچنین مدل‌سازی متغیرهای زبانی است، که ما تماماً در ارزیابی اثرات با آنها سرکار داریم. در سیستم فازی اطلاعات از دو منبع سرچشمه می‌گیرند، یکی از متخصصان ارزیابی اثرات محیط‌زیستی، که دانش و آگاهی آنها در مورد اثرات احتمالی با متغیرهای زبان شناختی بیان می‌شودو دیگری، مقادیر اندازه‌گیری شده (کمی) و منتج از مدل ریاضی هستند که به طورکلی با توجه به رابطه و ارزش و اهمیت هر کدام از پارامترها دارند، مشتق شده‌اند.

استفاده از منطق منطق فازی ساده بوده و قادر است حجم زیاد اطلاعات کمی و کیفی که به کمک روش‌های معمولی ریاضی حل نمی‌شوند را به سادگی و در زمان کمتر حل نماید. نظریه مجموعه‌های فازی تکنیک مناسبی است برای اقدام در شرایط عدم اطمینان، با استفاده از متغیرهای زبانی و عادی روزمره، و با کمک آن می‌توان مسایل و متغیرهای کیفی را کمی نموده و مورد ارزیابی قرار داد. بنابراین خصوصیات، تکنیکی مناسب برای EIA بوده که اکثراً با متغیرهای کیفی سروکار دارند. با کمک منطق فازی از کل‌گویی و مطلق‌گویی در ارزیابی دور شده و ارزیابی اثرات را به طرف قضاوتی درست‌تر و واقعی‌تر سوق داده می‌شود. منطق فازی در عصر فعلی که تغییرات سریع همراه با پیچیدگی‌های بغرنج همراه شده، می‌تواند جوابی مناسب برای این شرایط باشد.

یادداشت‌ها

1. Check list
2. Matrix
3. Over laying
4. System analysis
5. Membership Functions (MF)
6. Fuzzification
7. Inference
8. Defuzificatioin
9. Significance
10. Linguistic Variables
11. Periodicity
12. Moment
13. Recoverability
14. Fuzzy Logic
15. Punta Gorda (Moa,Cuba)
16. Santa Catarina state, Brazil
17. Baoshan – Wusong District In Shanghai
18. Defuzification
19. Membership Functions (MF)
20. Crisp value
21. Center of gravity method
22. Mamdani’s inference method
23. Largest of maximum
24. Smallest of maximum

منابع

بارت، ک. ۱۳۸۴. تفکر فازی، ترجمه غفاری، علی و دیگران، تهران، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، چاپ سوم.

بوجادزیف، ج. و بوجادزیف، م. ۱۳۸۱. منطق فازی و کاربردهای آن در مدیریت، ترجمه سید مهدی حسینی، تهران، انتشارات ایشیق.

شریعت م. و منوری م. ۱۳۷۵. مقدمه‌ای بر روش‌های ارزیابی اثرات محیطزیست، انتشارات سازمان حفاظت محیطزیست.

مخدوم، م. ۱۳۷۹. کتابنامه درس ارزیابی اثرات توسعه بر محیطزیست دوره کارشناسی ارشد دانشکده محیطزیست دانشگاه تهران.

مخدوم، م. ۱۳۸۶درسنامه ارزیابی اثرات توسعه. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

مخدوم، م. ۱۳۸۷. چهار نکته در ارزیابی اثرات توسعه نشریه علمی محیط و توسعه، سال دوم، شماره سوم، زمستان.

Atiyat, N. M. Mosa. 2004. Environmental Impact Assessment fir Domestic Solid waste Landfill Project. Environmental Research center. Royal Science Society. Amman- Jordan (website : http://www.EPA.gov)

Blanco, A.; Fajardo, W.; Martin, J. M. and Requena, I. 2003. Costructing Linguistic Versions for the Multicriteria Decision Support systems promethee I and II. Inter. J. Int. Syst., 18, 711- 731.

Boclin, S. C. A. and Mello, R. 2006. A decision support method for environmental impact assessment using a fuzzy logic approach, Ecological Economics, 58, 170- 181.

Blanco A.; Morón, M.; Delgado Calvo-Flores, J. M.; Martín Ramos, M. P. and Polo Almohano. 2009. AIEIA: Software for fuzzy environmental impact assessment, Expert Systems with Applications 36, 9135-9149.

Canter, L. W. 1996. Environmental Impact Assessment. McGraw Hill Book Co.Baltimore

Duarte, O. G. 2000. Fuzzy Techniques in the Environmental Impact Assessment (in Spanish). PhD Disertation. University of Granada, España

Duarte, O. G.; Delgado, M. and Requena, I. 2003. Algorithms to extend crisp functions and their inverse functions to fuzzy numbers. Inter. J. Intell. Systems, 18, 855- 876.

Duarte, O. G.; I. and Requena; Y. Rosario. 2007. Fuzzy Techniques for Environmental-Impact Assessment in the Mineral Deposit of Punta Gorda (Moa, Cuba). Environmental Technology, Vol. 28. pp 659-669.

Kung, H. L.; Gen Ying, Y.; Cl Llu. 1992. Fuzzy Clustering Analysis in Environmental Impact Assessment- a Complement tool to Environmental quality index. Environmental Monitoring and Assessment 28: 1- 14.

Leopold, L. B.; Clarke, F. E.; Hanshaw, B. B. and Bashley, J. R. 1971. A procedure for evaluating environmental impacts. US Geological Survey Circular 645/1971. Washington, D. C.

Liu, K. F. R.; Huang, S. C. and Liang, H. H. 2007. A Qualitative Decision Support for Environmental Impact Assessment Using Fuzzy Logic . Environmental Informatics Archives volume 5, 469- 479.

Liu, K. F. R. and Yu, C.W. 2009. Integrating case-based and fuzzy reasoning to qualitatively predict risk in an environmental impact assessment review. Environmental Modelling and Software 24 1241- 1251.

Liu, K. F. R. and Jia- Hong Lai. 2009. Decision-support for environmental impact assessment: A hybrid approach using fuzzy logic and fuzzy analytic network process Expert Systems with Applications 36 5119–5136.

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

Shepard, R. B. 2005. Quantifying Environmental Impact Assessments Using Fuzzy Logic, pringer, New York.

Wood, C. 1995. Environmental impact assessment-a comparative review. Harlow, Essex: Longman Scientific and Technical.

Mc Harg Ian, L. 1969. Design with Nature, American Museum of Natural History.

Zadeh, L. A. 1965. Fuzzy sets. Infor. Control, 8, 338-353

Zadeh, L. A.; Fuzzy logic and computing with words. 1999. In: Computing with Words in Information/Intelligent Systems 1. (Zadeh,L., Kacprzyk, J., editors). 3- 23. Physica Verlag Heidelberg.