آمایش سرزمین
سال چهارم ، شماره ششم، بهار و تابستان ۱۳۹۱
صفحات ۱۲۴ ـ ۱۰۱

مدل‌سازی توان اکولوژیک سرزمین از منظر کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از روش Fuzzy AHP در محیط GIS، (مطالعه موردی شهرستان مرودشت)

سید حسن مطیعی لنگرودی[۱]، حسین نصیری[*۲]، علی عزیزی[۳]، ابوالفضل مصطفایی[٤]

۱. استاد جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
۲. دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی روستایی دانشگاه تهران
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست دانشگاه تهران
۴. دانشجوی کارشناسی ارشد RS & GIS دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۱۴ ؛ تاریخ تصویب:۹۱/۲/۲۵)

چکیده

بهره‌برداری بهینه و اصولی از منابع طبیعی سرزمین و ساماندهی کاربری اراضی بر اساس توان اکولوژیکی آن، نقش مهمی در مدیریت محیط و جلوگیری از تخریب محیط زیست در راستای توسعه پایدار دارد. شهرستان مرودشت یک منطقه مهاجرپذیر است که نتیجه آن افزایش جمعیت و تغییر کاربری‌ها می‌باشد. با توجه به ویژگی‌های اقلیمی و طبیعی منطقه از جمله وجود دشت آبرفتی و رودهای دایمی، این منطقه از پتانسیل بالایی جهت نیل به توسعه برخوردار است. از این رو، به منظور ساماندهی بهتر اراضی و فعالیت‌های زراعی به بررسی توان اکولوژیکی این منطقه و تعیین تناسب اراضی برای فعالیت‌های کشاورزی پرداخته شد تا از این طریق بتوان کمک شایانی به برنامه‌ریزان جهت نیل به توسعه پایدار نمود. این پژوهش با هدف پیاده‌سازی بهتر مدل اکولوژیکی کشاورزی دکتر مخدوم که در آن وزن و اهمیت نسبی پارامترها در نظر گرفته نمی‌شود، از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی (Fuzzy AHP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) بهره برده است و به این طریق عرصه‌های مستعد برای فعالیت‌های کشاورزی در محدوده شهرستان مرودشت شناسایی و مطلوبیت کشاورزی آن‌ها مشخص نموده است. نتایج حاصل از پیاده‌سازی مدل ارزیابی توان اکولوژیکی مخدوم با منطق فازی در شهرستان مرودشت، حاکی از وجود هر هفت طبقه مدل کشاورزی ایران در منطقه مورد مطالعه بوده است. هم‌چنین نتایج حاصل از آنالیز حساسیت این تحقیق نشان می‌دهد که برای افزایش دقت در تعیین کاربری‌های مناطق کشاورزی می‌توان از روش‌های فازی پایه استفاده نمود

واژگان کلیدی:
آمایش سرزمین، مدل اکولوژکی کشاورزی و مرتع‌داری، منطق فازی، مرودشت.

* . نویسنده مسئول : تلفن: ۰۹۳۹۴۲۷۷۴۰۴ Email: Nasirih@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

بی‌شک از جمله بزرگ‌ترین چالش‌های پیش روی انسان قرن بیست و یکم کاهش بیش از اندازه منابع طبیعی است که همراه با برخی دیگر از عوامل چون رشد فزاینده جمعیت، افزایش آلودگی‌ها، نارسایی توزیع متعادل منابع، رشد صنعتی و رشد اقتصادی در حال پی ریزی بحران جهانی هستند (میر محمدی، ۱۳۸٦، ص ٤٧).

انسان در مواجهه با طبیعت و محیط زیست که بقای وی به طور اجتناب ناپذیری بدان وابسته است، شیوه معقولی را اتخاذ ننموده است و به جای جامع نگری و برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری پایدار از محیط و منابع محدود پیرامونش، به بهره‌گیری و منفعت جویی ناپایدار از سرزمین پرداخته است. الگوی نامناسب استفاده از سرزمین و تغییرات شدید در کاربری زمین باعث پیدایش بحران‌های زیست محیطی از جمله تخریب و آلودگی منابع آب و خاک، پیشروی رو به گسترش بیابان‌ها، فرسایش و تهی شدن منابع و کاهش تنوع زیستی و استعداد و قابلیت بهره‌وری سرزمین گردیده که با خروج از مدار توسعه پایدار، فعالیت‌های تولیدی نه تنها نسل‌های آینده، بلکه نسل فعلی را نیز به شدت تحت تأثیر قرار خواهد داد (زاهدی پور،۱۳۸۲، ص ۱۹۲). به طور خلاصه می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که بانی کاهش بیش از حد منابع، استفاده غیرمنطقی انسان از سرزمین است (سیکات[1] و همکاران، ۲۰۰۵، ص ۵۵). بنابراین انسان در راستای کاهش و یا جلوگیری از این بحران باید در پی چاره‌ای جهت پیشگیری از کاهش بیش از اندازه منابع طبیعی باشد. زیرا سرزمین یک منبع محدود و آسیب‌پذیر است، اما بسیاری از سودمندی‌های آن اگر بجا از آن استفاده شود، ابدی و قابل تجدیدند (میلر[2]، ۱۹۹۵، ص ۱۳۷).

تعیین توان بالقوه و تخصیص کاربری‌های متناسب با توان، روشی است که می‌تواند میان توان طبیعی محیط، نیاز جوامع و کاربری‌ها و فعالیت‌های انسان در فضا یک رابطه منطقی و یک سازگاری پایدار به وجود آورد. شکی نیست که نایل شدن به توسعه پایدار، مستلزم اجرای انواع طرح‌های توسعه و بهره‌برداری از منابع طبیعی کشور بر اساس توان بالقوه منابع و ظرفیت قابل تحمل محیط زیست است.

---

1. Sicat
2. Miller

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین، مرحله میانی فرآیند آمایش سرزمین و وقت‌گیرترین و مشکل‌ترین مرحله آمایش سرزمین است (بازینسکی[1]، ۱۹۸۵، ص ٦٢). ارزیابی توان اکولوژیک سرزمین همان شناسایی قابلیت‌ها و توانمندی‌ها، امکانات و محدودیت‌های منطقه از نظر منابع اکولوژیک پایدار و منابع اکولوژیک ناپایدار برای انواع مختلف کاربری می‌باشد (مخدوم، ١٣٨٤، ص ٣٠). بدین مفهوم که چه نوع سرزمین یا چه نوع پهنه‌ای توان چه نوع کاربرد و یا استفاده‌ای را دارد. در واقع ارزیابی توان گامی موثر در جهت به دست آوردن برنامه‌ای برای توسعه پایدار، محسوب می‌شود، زیرا با شناسایی و ارزیابی ویژگی‌های اکولوژیک در هر منطقه برنامه توسعه می‌تواند همگام با طبیعت برنامه‌ریزی شود؛ لذا ارزیابی توان اکولوژیک به عنوان پایه و اساس آمایش سرزمین و یا طرح ریزی محیط زیستی برای کشورهایی که در صدد دست‌یابی به توسعه پایدار همراه با حفظ منافع نسل‌های آتی می‌باشند، اجتناب ناپذیر است (توفیق، ١٣٨٤، ص ٢٥).

از آنجا که بیش‌تر پدیده‌های محیط زیستی دارای ماهیت مکانی- زمانی می‌باشند، می‌توان از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در بررسی این پدیده‌ها استفاده نمود و مدل‌هایی را ایجاد کرد که به واسطه آن بتوان در موارد مختلف برنامه‌ریزی، مدیریت و در نهایت تصمیم‌گیری نمود. سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) با داشتن خصوصیاتی مانند قابلیت اخذ و تبادل از منابع مختلف، سازماندهی، دریافت و نمایش به هنگام اطلاعات، تجزیه و تحلیل داده‌های گوناگون و امکان ارایه خدمات چند منظوره، به عنوان ابزاری کارآمد در برنامه‌ریزی‌های زیست محیطی به ویژه ارزیابی‌های چند عامله مطرح است (کرم، ١٣٨٤، ص ٩٦). طی دو دهه گذشته تا کنون این فن‌آوری در زمینه‌های گسترده‌ای چون محیط زیست، مدیریت، پزشکی، مدیریت بحران و ... به کار گرفته شده است و اهمیت آن روز به روز در حال افزایش است.

امنیت غذایی از چالش‌های عمده کشورهای جهان بویژه کشورهای در حال توسعه است. در این کشورها برای تأمین امنیت غذایی جمعیت، ناگزیر تخریب محیط زیست در سطحی گسترده صورت می‌پذیرد. برای این منظور توجه به پایداری محیط، پایداری تولید و پایداری اقتصادی- اجتماعی اهمیت دارد(مطیعی لنگرودی و شمسایی، ١٣٨٨، ص ١٠٩).

---

1. Basinski

Archive of SID

www.SID.ir

کشاورزی به عنوان فعالیتی که به طور تنگاتنگ با محیط سر و کار دارد، برای تـأمین امنیت غذایی، داشتن کارایی بالاتر و تناسب بیش‌تر بـا محـیط زیـست، نیازمنـد شناسـایی علمـی روزافزون توان محیطی است. در این پژوهش، شهرستان مرودشت که ظاهراً دارای شـرایط مساعد کشاورزی است و مردم آن نسل‌های متمادی از ایـن راه امـرار و معـاش و زنـدگی می‌کرده‌اند، مورد مطالعه قرار گرفته است. کشاورزی در این منطقه همواره بر اساس تجربه کشاورزان و آزمایش و خطا انجام می‌شده و تقریباً اسـتعداد و تـوان واقعـی منطقـه مـورد بررسی جدی قرار نگرفته است. هم‌چنین با توجه به شرایط منطقه مـورد مطالعـه و جـذب جمعیت زیاد این شهر بعضاً کاربری‌های خلاف توان اکولوژیک منطقه گسترش یافته‌اند که گسترش شهر در اراضی مرغوب کشاورزی از آن جمله است؛ لذا ضرورت تعیین کـاربری اراضی بر اساس توان اکولوژیک را در این منطقه بیش از پیش مطرح می‌نماید.

مطالعات آمایشی بسیاری هم در گذشته و هم در حال حاضر در حال انجام هستند که البته این مطالعات غالباً در خصوص بررسی توان اکولوژیک منـاطق مختلـف بـرای انـواع کاربری‌ها، غالباً از روش‌هایی غیر از روش‌های فازی استفاده شده و در ایران به طور عمده از روش‌های مبتنی بر مدل‌های پیشنهادی مخدوم استفاده گردیده است. از جمله مطالعـات آمایش سرزمین می‌توان به مواردی که در ذیل می‌آیند اشاره نمود:

میرداوودی و همکاران (۱۳۸٦)، در مطالعه خود با مبنـا قـرار دادن مـدل مخـدوم بـه بررسی و تعیین توان اکولوژیک استان مرکزی از نظر کشاورزی و مرتع‌داری با اسـتفاده از GIS پرداختند. نتایج حاصل نشان داد که مناطق با درجه توان ۱ به طور عمده در اطـراف منابع آب زیرزمینی بیش‌تـر از ۷۰۰۰ متـر مکعـب در هکتـار در سـال بـا شـیب ۰،۵-۰ و خاک‌های با درجه حاصلخیزی بالا با بافت عمیق و فرسایش کم وجود دارند.

محمودی (۱۳۸٦)، به ارزیابی توان تفرجگـاهی سـامان عرفـی مـنج در جنگـل‌هـای محدوده شهرستان لردگان از روش ارزیابی پارامتریک مبتنی بر تلفیق بهینه و امتیازدهی بـه شاخص‌های مربوطه در محیط GIS استفاده نموده و عرصه‌های مناسب برای طـرح‌ریـزی تفرجی به دو شکل متمرکز و گسترده در سامان عرفی منج شناسـایی و مطلوبیـت تفرجـی آن‌ها مشخص گردیده است.

مینایی (۱۳۸۸)، مدل آمایشی کشاورزی را با استفاده از منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در منطقه فریدون شهر پیاده‌سـازی نمـود. در ایـن مطالعـه بـا توجـه بـه اطلاعات شیب، بافت خاک، ساختمان خاک، عمق خاک و ... مناطق مـساعد را بـر حـسب

Archive of SID

www.SID.ir

درجه توان آن‌ها برای کشاورزی شناسایی نمود. نتایج حاصل از به کارگیری منطق فازی در مطالعات آمایشی نسبت به سایر مدل‌های استفاده شده در تحقیق حاکی از این بود که منطق فازی نتایج دقیق‌تر نسبت به سایر روش‌های متداول ارزیابی توان ارایه می‌دهد.

مانسر[1](۲۰۰۷) در مقاله خود با عنوان سیستم اطلاعات جغرافیایی و تجزیه و تحلیل چند معیاره برای برنامه‌ریزی مناسب توریسم، از روش AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده کرده است. این مطالعه ارزش و تنوع زیستی تالاب منطقه جوهور رمسر در مالزی را برای حفاظت و توسعه مورد بررسی قرار داده است. نتایج مطالعه حاکی از توانایی MCDMها در تلفیق با GIS جهت برنامه‌ریزی برای توریسم می‌باشد.

کیائو[2](۲۰۰۸) در مطالعه منطقه فینگ کوان چین، مدل مناسبی برای توسعه توریسم در مناطق حومه شهری ارایه داد. در این تحقیق از مدل AHP استفاده کرد، که در سطح اول هدف پروژه که شامل ایجاد گسترش گردشگری در منطقه فینگ کوان و در سطح دوم ٤ معیار که شامل اهمیت اکولوژیکی، اهمیت اقتصادی، اهمیت چشم انداز، اهمیت اجتماعی بود. در نهایت نتیجه حاکی از این بود که منطقه با مقیاس ۸۹ درصد برای توسعه توریسم مناسب است.

ارشمیدوس و همکاران[3](۲۰۰۹) در مطالعه خود با به کارگیری سیستم استنتاج فازی در یک رویکرد تلفیقی با GIS به ارزیابی توان کشاورزی حوضه آبخیز بنگال غربی پرداخت. در این تحقیق جهت ارزیابی توان کشاورزی از دو روش ترکیب خطی وزنی و روش ترکیبی یاگر استفاده گردید. در منطقه مورد مطالعه روش ترکیبی یاگر مناسب‌تر از روش ترکیب خطی وزنی نتیجه داد. نتایج حاصل از ادغام سیستم استنتاج فازی با GIS حاکی از توانایی این روش در بررسی مقدار زیادی از اطلاعات و هم‌چنین مفید بودن جهت ارزیابی توان اکولوژیکی کشاورزی است.

در پایان با توجه به کارهای صورت گرفته و مرور منابع می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که ارایه یک مدل مناسب برای ارزیابی توان اکولوژیک با استفاده از GIS وMCDMها در یک رویکرد تلفیقی مستلزم در نظر گرفتن مسأله عدم قطعیت و عدم دقت مرتبط با

1. Mansir
2. Qiao
3. Reshmidevi et all

Archive of SID

www.SID.ir

آگاهی تصمیم‌گیرنده در اختصاص دادن وزن و اهمیت نسبی به معیارها است. این امر را می‌توان با استفاده از منطق فازی به عنوان منطق مدل‌سازی ریاضی فرایندهای غیر دقیق و مبهم که بستری را برای مدل‌سازی در شرایط عدم اطمینان فراهم می‌سازد، انجام داد (باجا[1] و همکاران، ۲۰۰۲، ص ۱٦؛ بادنکو و کوتنر[2]، ۲۰۰٤، ص ۲۳۳). بنابراین با توجه به نکات مطرح شده، تعیین توان اکولوژیکی کشاورزی با استفاده منطق فازی هدف اصلی از تدوین این تحقیق است. به عبارت دیگر این پژوهش، با هدف پیاده‌سازی بهتر مدل اکولوژیکی کشاورزی دکتر مخدوم که در آن وزن و اهمیت نسبی پارامترها در نظر گرفته نمی‌شود، و هم‌چنین آگاهی از بحث عدم قطعیت در امر تصمیم‌گیری از روش Fuzzy AHP استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

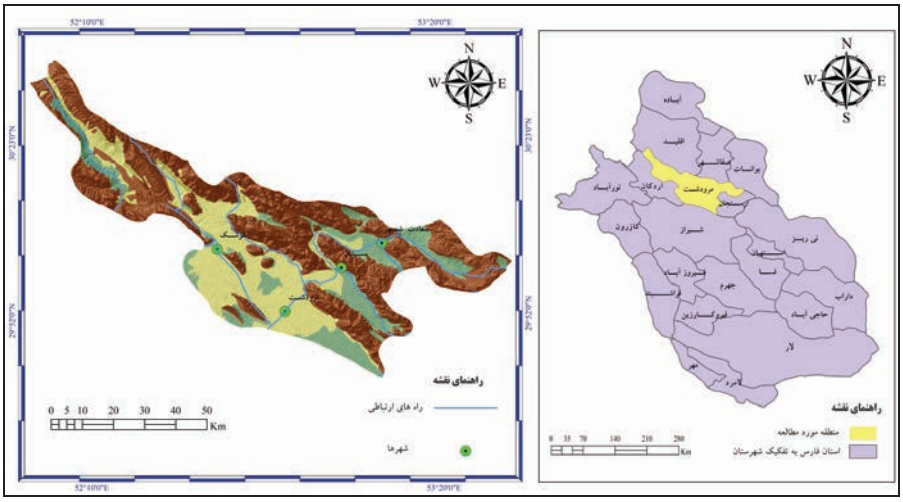
شهرستان مرودشت بین ۵۱ درجه و ٤٤ دقیقه تا ۵۳ درجه و ۳۰ دقیقه طول جغرافیایی شرقی و ۲۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۰ درجه و ۵۹ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی در استان فارس قرار دارد. از نظر تقسیمات سیاسی بین شهرستان‌های ارسنجان، بوانات، شیراز، سپیدان و نیریز واقع شده است. ارتفاع آن از سطح دریا ۱٦۲۰ متر می‌باشد.

شهرستان مرودشت در ٤۵ کیلومتری شمال شرقی شیراز بر روی دشت وسیع و حاصل‌خیز مرودشت با مساحت ٤٦٤۹ کیلومتر مربع حدود ۳ درصد مساحت استان فارس را به خود اختصاص داده است. این شهرستان طبق آخرین تقسیمات سیاسی کشور در سال ۱۳۸۵ دارای پنج بخش سعادت آباد، سیدان، مرکزی، کامفیروز، درودزن است، که در شکل ۲ نشان داده شده است.

1. Baja
2. Badenko and Kurtener

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱: موقعیت شهرستان مرودشت در استان فارس

جمع‌آوری و آنالیز داده‌ها

برای ارزیابی و تعیین توان اکولوژیک کشاورزی و مرتع‌داری تعداد زیادی متغیرهای محیط زیستی مطرح هستند. مدل اکولوژیکی کاربری‌های کشاورزی و مرتع‌داری، شامل هفت طبقه می‌باشد که برای نشان دادن توان و درجه مرغوبیت سرزمین برای کاربری کشاورزی و مرتع‌داری است، و از طبقه اول به هفتم از درجه توان و میزان مرغوبیت کشاورزی و مرتع‌داری، کاسته می‌شود.

در این تحقیق، برای ارزیابی توان اکولوژیک کشاورزی و مرتع‌داری، مدل اکولوژیکی دکتر مخدوم مبنا قرار گرفته و با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی پیاده‌سازی گردید. برای پیاده‌سازی این روش، ابتدا شناسایی و مطالعه فاکتورهای اکولوژیک اعم از عوامل فیزیکی و هم‌چنین عوامل زیستی صورت پذیرفت. برخی از مهم‌ترین معیارهای مؤثر به کار رفته در این تحقیق شامل ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، گونه‌های گیاهی، تراکم پوشش گیاهی، اقلیم، بافت خاک، زهکشی خاک، شوری خاک، عمق خاک و فرسایش پذیری خاک می‌باشند. بدین منظور مجموعه داده‌های مربوط به معیارهای انتخابی برای منطقه مرودشت از منابع مختلف گردآوری گردید. نقشه‌های مربوط به مؤلفه‌های خاک چون بافت، فرسایش‌پذیری و زهکشی خاک از نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ موسسه تحقیقات آب و خاک، نقشه نوع پوشش گیاهی از سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور و نقشه مربوط به

Archive of SID

www.SID.ir

شیب و ارتفاع از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری گردآوری شدند. سپس اقدام به رقومی‌سازی این اطلاعات و ورود اطلاعات توصیفی آن‌ها به پایگاه داده گردید، هم‌چنین نقشه تراکم پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه (با به کارگیری تصاویر چند طیفی سال ۲۰۱۱ سنجنده TM ماهواره لندست) از طریق شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) که یکی از پرکاربردترین و رایج‌ترین شاخص‌های مربوط به پوشش گیاهی می‌باشد، استخراج گردید. این شاخص بر حسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک به صورت زیر تعریف می‌شود.

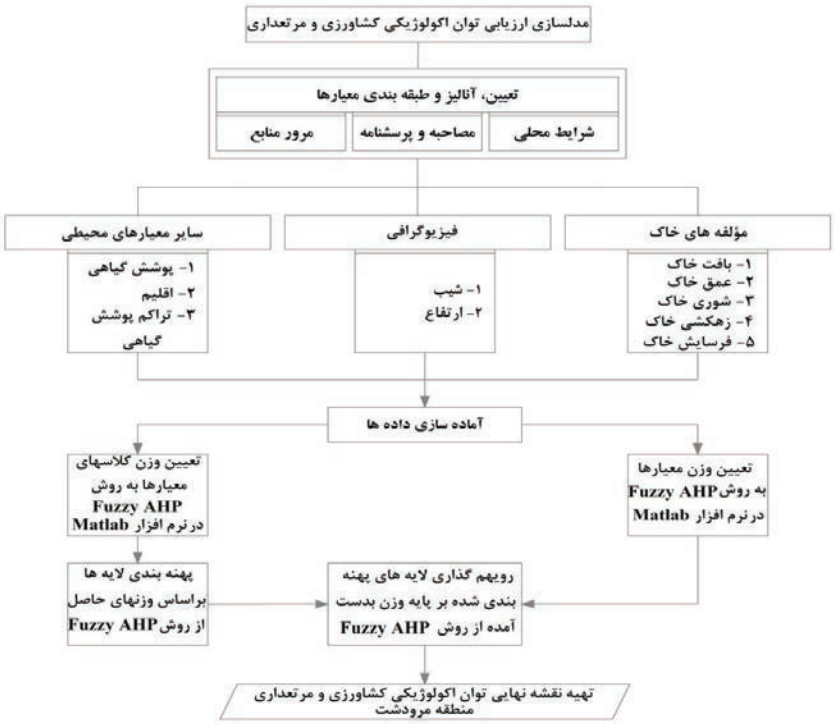
رابطه ۱ $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$

در این شاخص فرض بر این است که ناحیه تحت بررسی دارای نوع خاک یکسانی می‌باشد، بنابراین اگر این فرض صادق نباشد ناهمسانی انواع خاک بر روی نتایج حاصل از NDVI تأثیر خواهد گذاشت و نتایج نادرستی حاصل خواهد شد. این شاخص دارای مقادیر نرمال در دامنه بین ۱- و ۱+ است که بررسی و نمایش مقادیر را به راحتی امکان‌پذیر می‌سازد. مقادیر مختلف NDVI می‌تواند نمایانگر پوشش‌های متفاوت باشد.

با توجه به بحث‌های نظری و روش‌های استفاده شده در این پژوهش، به طور کلی فرایند انجام این تحقیق مبتنی بر مراحل زیر است که به صورت شماتیک در شکل ۱ نشان داده شده است و در ادامه به تشریح آن‌ها پرداخته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲ : نحوه مدل سازی و تحلیل

روش فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی فازی[1]

مفهوم فازی بودن در روش AHP، به صورت غیرمستقیم و بدون استفاده از مجموعه‌های فازی مورد توجه قرار گرفته است. در واقع در این روش با استفاده از عبارت‌های زبانی ارایه شده در جدول فوق، مفهوم فازی بودن در تعیین ماتریس‌های مقایسه زوجی دخالت داده می‌شود. اما محققان با تعمیم روش AHP، روش‌هایی پیشنهاد نموده‌اند که در آن‌ها از اعداد فازی برای بیان ارجحیت المان‌ها استفاده می‌گردد. در این میان می‌توان به روش‌های ارایه شده توسط لارهون و پدریچ و باکلی اشاره نمود. روش لارهون و پدریچ دارای یک سری نقاط ضعف می‌باشد که این نقاط ضعف در روش باکلی رفع گردیده است (عطایی، ۱۳۸۹، ص ۱۰۳). از این رو، ما در این پژوهش قصد داریم که

1. Fuzzy Analytic Hierarchy Process

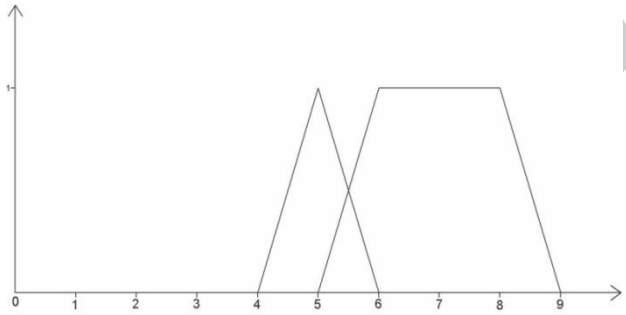
Archive of SID

www.SID.ir

از روش AHP فازی باکلی استفاده کنیم که در ادامه، الگوریتم آن توضیح داده می‌شود.

روش فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی فازی باکلی[1]

روش AHP فازی ارایه شده توسط باکلی، شکل تعمیم یافته‌ای از روش AHP کلاسیک می‌باشد. در این روش برای مقایسه زوجی گزینه‌ها از اعداد فازی و برای به دست آوردن وزن‌ها و ارجحیت‌ها از روش میانگین‌گیری هندسی استفاده می‌گردد. چرا که این روش به سادگی به حالت فازی قابل تعمیم می‌باشد؛ و هم‌چنین جواب یگانه‌ای برای ماتریس مقایسات زوجی تعیین می‌نماید. در این روش شخص تصمیم‌گیرنده می‌تواند مقایسات زوجی المان‌های هر سطح را در قالب اعداد فازی ذوزنقه‌ای بیان نماید (چن و وانگ[2]، ۱۹۹۲، ص۱۱۳). به عنوان مثال عدد فازی ذوزنقه‌ای (٦، ٥،٥، ٤) نشان دهنده ارجحیت "در حدود ٥ به ١" و عدد (٩، ٦،٨، ٥) مشخص کننده ارجحیت "بین در حدود ٦ به ١ تا در حدود ٨ به ١" می‌باشد (شکل ٣).



شکل ۳ : اعداد فازی نمونه برای نشان دادن ارجحیت در روش باکلی

برای بیان روش میانگین‌گیری هندسی جهت تعیین وزن‌ها در حالت فازی ابتدا لازم است به ذکر این روش در حالت کلاسیک بپردازیم. برای این کار ماتریس مقایسه زوجی ذیل را در نظر بگیرید.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{21} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & & \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

1. Buckley
2. Chen and Hwang

Archive of SID

www.SID.ir

رابطه ۲

میانگین هندسی هر یک از سطرها به وسیله رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$Z_i = \left[\prod_{j=1}^{n} a_{ig}\right]^{\frac{1}{n}}$$ رابطه ۳

حال وزن المان i ام از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$W_i = \frac{Z_i}{(Z_1 + Z_2 + \cdots + Z_n)}, \forall_i$$ رابطه ۴

در واقع wi نشان دهنده وزن و اهمیت گزینه یا معیار i ام می‌باشد. حال برای تعمیم روش فوق به حالت فازی باید از یک سری عملگرهای حسابی فازی استفاده نماییم. در ادامه عملگرهای مورد نیاز تعریف می‌گردد. برای این کار دو عدد فازی ذوزنقه‌ای دلخواه مانند $\tilde{M}_1 = (a_1, b_1, c_1, d_1)$ و $\tilde{M}_2 = (a_2, b_2, c_2, d_2)$ را در نظر بگیرید. مجموع این دو عدد، یک عدد فازی ذوزنقه‌ای خواهد بود که به صورت زیر تعریف می‌گردد.

$$\tilde{M}_1 + \tilde{M}_2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2, d_1 + d_2)$$ رابطه ۵

حاصل ضرب دو عدد $\tilde{M}_1$ و $\tilde{M}_2$ به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\tilde{Q} = \tilde{M}_1 \times \tilde{M}_2 = (a[L_1, L_2], b, c, d[R_1, R_2])$$ رابطه ۶

به طوری که

$$a = a_1 a_2, b = b_1 b_2, c = c_1 c_2, d = d_1 d_2,$$ رابطه ۷

$$L_1 = (b_1 - a_1)(b_2 - a_2), L_2 = a_2(b_1 - a_1) + a_1(b_2 - a_2),$$ رابطه ۸

$$R_1 = (d_1 - c_1)(d_2 - c_2), R_2 = -[d_2(d_1 - c_1) + d_1(d_2 - c_2)]$$ رابطه ۹

حال با توجه به مطالب فوق‌الذکر، الگوریتم روش باکلی را می‌توان در قالب چهار گام زیر بیان نمود (وانگ و کرر[1]، ۲۰۰۱، ص ۳۷۹).

گام اول- در این گام ماتریس‌های مقایسات زوجی توسط شخص تصمیم گیرنده مشخص می‌گردد. المان‌های این ماتریس‌ها، اعداد فازی ذوزنقه‌ای خواهند بود. چنانچه ارجحیت المان i ام بر المان j ام را با $\tilde{a}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, b_{ij}, d_{ij})$ نشان دهیم، آن گاه ارجحیت المان j ام بر المان i ام به صورت زیر خواهد بود.

$$\tilde{a}_{ji} = \left(\frac{1}{d_{ij}}, \frac{1}{c_{ij}}, \frac{1}{b_{ij}}, \frac{1}{a_{ij}}\right)$$ رابطه ۱۰

1. Wang and Kerre

Archive of SID

www.SID.ir

در صورتی که $i = j$ باشد، $\tilde{a}_{ij} = \tilde{a}_{ji} = (1,1,1,1)$ خواهد بود.

گام دوم- در این گام، وزن‌های فازی $(\tilde{W}_i)$ محاسبه می‌گردد. برای این کار ابتدا میانگین هندسی هر سطر از ماتریس‌های مقایسات زوجی با استفاده از رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$\tilde{Z}_i = (\tilde{a}_{i1} . \tilde{a}_{i1} ..... \tilde{a}_{in})^{1/n}$$ رابطه ۱۱

سپس وزن فازی، $\tilde{W}_i$ از رابطه زیر به دست می‌آید.

$$\tilde{W}_i = \tilde{Z}_i . (\tilde{Z}_1 \oplus \tilde{Z}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{Z}_n)^{-1}$$ رابطه ۱۲

عملگرهای ضرب و جمع در روابط فوق، عملگرهای فازی می‌باشند.

گام سوم- در این گام با ترکیب ارجحیت‌ها و وزن‌های به دست آمده در گام قبل، مقادیر مطلوبیت فازی، $\tilde{U}_i$ با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌گردد.

$$\tilde{U}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{W}_j \tilde{r}_{ij}$$ رابطه ۱۳

به طوری که برای عملگرهای ضرب و جمع فازی در رابطه فوق از روابطی که قبلاً در این بخش تعریف کردیم، استفاده می‌کنیم.

گام چهارم- عملیات دیفازی سازی اوزان فازی:

در این پژوهش از روش مرکز سطح برای عملیات فازی زدایی استفاده گردید. در این روش که رایج‌ترین روش کمیت فازی به کمیت کلاسیک می‌باشد از رابطه زیر برای محاسبه Z^* استفاده می‌شود (کوره پزان دزفولی، ۱۳۸٤، ص ۷٤).

$$z^* = \frac{\int \mu_{\tilde{c}}(z).z\, dz}{\int \mu_{\tilde{c}}(z)\, dz}$$ رابطه ۱۴

که در آن $\int$ علامت انتگرال است.

آنالیز و تلفیق داده‌ها

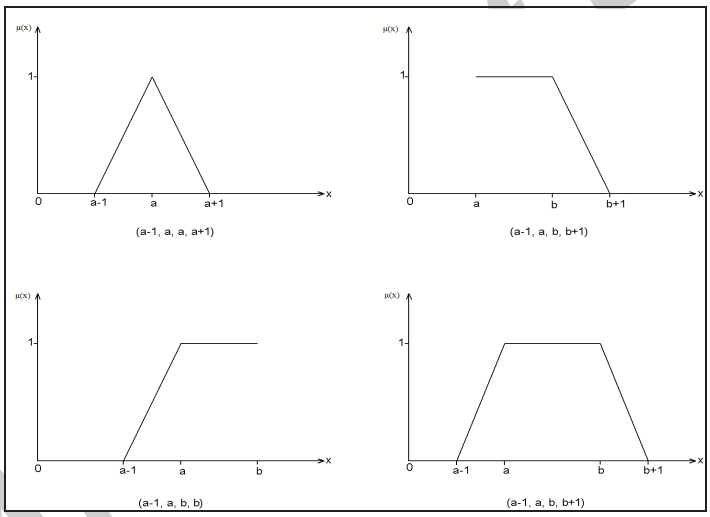
در این پژوهش پردازش و تحلیل داده‌ها با توجه به پارامترهای شیب، بافت خاک، فرسایش خاک، عمق خاک، شوری خاک، ارتفاع، پوشش گیاهی، زهکشی خاک، ارتفاع و تراکم پوشش گیاهی صورت گرفته است. پس از آماده‌سازی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی بر اساس شکل ۱، برای تعیین وزن معیارها و هم‌چنین کلاس‌های هر معیار از روش Fuzzy AHP استفاده گردید. محاسبه وزن‌ها از طریق برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار Matlab انجام گردید. روند کلی برای تعیین وزن معیارهای تأثیرگذار در ارزیابی توان اکولوژیکی

Archive of SID

www.SID.ir

کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از روش Fuzzy AHP در بالا تشریح شد. برای پیاده‌سازی روش Fuzzy AHP، معیارها با توجه به سطح بالاتر به صورت دو به دو مقایسه می‌شوند. از آنجا که در این روش برای انجام مقایسات به طور معمول از دانش متخصصان بهره گرفته می‌شود، انتخاب متخصصان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از این رو در این پژوهش برای انجام این مقایسات از نظر کارشناسان خبره در این زمینه استفاده گردید. بر اساس روش باکلی برای بیان ارجحیت یک معیار بر معیار دیگر (یا یک کلاس بر کلاس دیگر) از عبارت‌های زبانی زیر استفاده می‌کنند و ماتریس مقایسات زوجی تشکیل می‌گردد. سپس با استفاده از توابع عضویت مربوط به هر یک از عبارات زبانی عدد فازی ذوزنقه‌ای نظیر آن در جدول جایگزین می‌شود. شکل کلی عبارت‌های زبانی برای پیاده‌سازی روش Fuzzy AHP در شکل‌های ٤ و ٥ آمده است.

- حدود a برابر (La)
- a برابر تا حدود b برابر (a- Lb)
- حدود a برابر تا b برابر (La - b)
- حدود a برابر تا حدود b برابر (La - Lb)



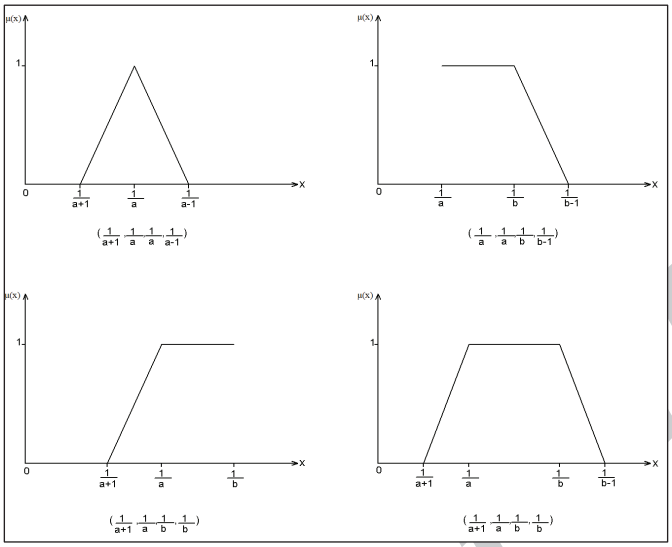
شکل ٤: توابع عضویت مربوط به عبارات زبانی

عبارت‌های زبانی مربوط به حالات معکوس:

- حدود $^{1}/_{a}$ برابر ($^{L_{1/a}}$)

www.SID.ir

- $1/a$ برابر تا حدود $1/b$ برابر $(L_{1/b} - L_{1/a})$
- حدود $1/a$ برابر تا $1/b$ برابر $(1/b - L_{1/a})$
- حدود $1/a$ برابر تا حدود $1/b$ برابر $(L_{1/b} - L_{1/a})$



شکل ۵: توابع عضویت مربوط به عبارات زبانی حالات معکوس

جدول ۱: ماتریس مقایسه زوجی کلاس‌های شیب

پارامتر شیب	شیب کمتر از ۵ درصد	شیب ۸-۵ درصد	شیب ۱۵-۸ درصد	شیب ۳۰-۱۵ درصد	شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد
شیب کمتر از ۵ درصد	۱	L۳-٤	L٤	L۵	L۷
شیب ۸-۵ درصد	۱/٤-L۱/۳	۱	۳-L٤	L۵	L۷
شیب ۱۵-۸ درصد	L۱/٤	L۱/٤-۱/۳	۱	L۳-٤	L۵
شیب ۳۰-۱۵ درصد	L۱/۵	L۱/۵	۱/٤-L۱/۳	۱	L۳
شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد	L۱/۷	L۱/۷	L۱/۵	L۱/۳	۱

در مرحله بعد، اقدام به نرمال‌سازی ماتریس اعداد فازی شد، سپس از میانگین هندسی (بر اساس روش باکلی) به منظور محاسبه وزن‌ها استفاده گردید (در روش میانگین هندسی از قواعد ضرب فازی پیروی می‌کند که با ضرب معمولی متفاوت است). نهایتاً اوزان فازی

Archive of SID

www.SID.ir

هر یک از معیارها با استفاده از روش مرکز سطح به یک کمیت کلاسیک تبدیل شدند و به این ترتیب اوزان نهایی (اوزان دیفازی سازی شده) آماده به کارگیری در محیط GIS گردید. لازم به ذکر است که به دلیل فراوانی جدول‌ها وزن کلاس‌های هر معیار و تشابه موضوعی این جداول از نمایش همه این جداول خودداری به عمل آمد و به عنوان نمونه، تنها به جداول ماتریس مقایسات زوجی کلاس‌های شیب، ماتریس اعداد فازی نظیر آن (جدول ۱ و ۲) و جداول ماتریس اعداد فازی پارامترها به همراه وزن نهایی (جدول ۳) بسنده شد.

در گام بعدی، هر یک از لایه‌ها بر اساس وزن‌های به دست آمده از روش Fuzzy AHP، در محیط GIS پهنه‌بندی گردید، شکل ٦ نقشه‌های وزنی هر یک از پارامترهای ورودی را نشان می‌دهد. سپس وزن معیارها در لایه‌های مربوطه ضرب و همراه با آن عملیات تلفیق لایه‌ها صورت گرفت.

جدول ۲: ماتریس اعداد فازی نظیر مقایسات زوجی کلاس‌های شیب

پارامتر شیب	شیب کمتر از ۵ درصد	شیب ۸-۵ درصد	شیب ۱۵-۸ درصد	شیب ۳۰-۱۵ درصد	شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد	وزن نهایی
شیب کمتر از ۵ درصد	(۱، ۱،۱، ۱)	(۴، ۴، ۳، ۲)	(۵، ۴، ۴، ۳)	(۶، ۵، ۵، ۴)	(۸، ۷، ۷، ۶)	۰/۴۶
شیب ۸-۵ درصد	(۱/۱،۴/۱،۴/۳،۱/۲)	(۱، ۱،۱، ۱)	(۵، ۴، ۳، ۳)	(۶، ۵، ۵، ۴)	(۸، ۷، ۷، ۶)	۰/۲۹
شیب ۱۵-۸ درصد	(۱/۱،۵/۱،۴/۱،۴/۳)	(۱/۱،۵/۱،۴/۱،۳/۳)	(۱، ۱،۱، ۱)	(۴، ۴، ۳، ۲)	(۶، ۵، ۵، ۴)	۰/۱۵
شیب ۳۰-۱۵ درصد	(۱/۱،۶/۱،۵/۱،۵/۴)	(۱/۱،۶/۱،۵/۱،۵/۴)	(۱/۱،۴/۱،۴/۱،۳/۲)	(۱، ۱،۱، ۱)	(۴، ۳، ۳، ۲)	۰/۰۶
شیب بیش‌تر از ۳۰ درصد	(۱/۱،۸/۱،۷/۱،۷/۶)	(۱/۱،۸/۱،۷/۱،۷/۶)	(۱/۱،۶/۱،۵/۱،۵/۴)	(۱/۱،۴/۱،۴/۱،۳/۲)	(۱، ۱،۱، ۱)	۰/۰۴

Archive of SID

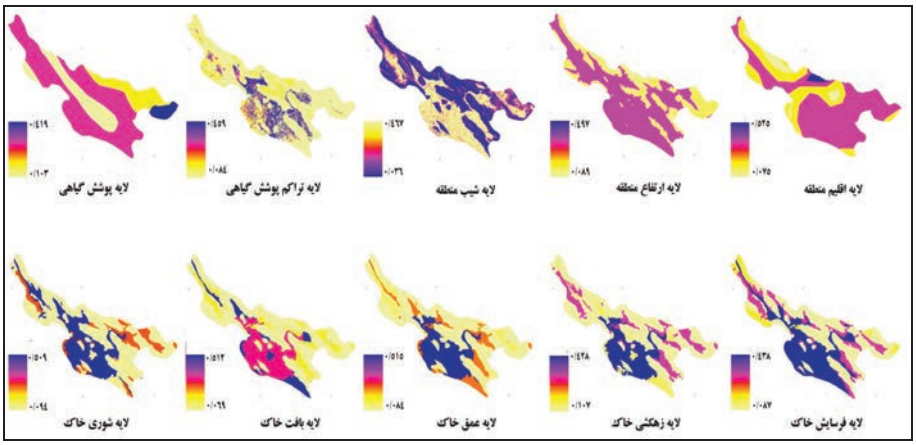
www.SID.ir

جدول ۳: جدول اعداد فازی به همراه وزن‌های نهایی استخراج شده از نرم‌افزار Matlab

بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)	بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)	بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)	بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)	بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)	بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)	بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)	بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)	بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)	بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)	بافت خاک	(۱،۱،۱،۱)
بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)
بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)
بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)
بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)
بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)
بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)
بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)
بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)
بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)
بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)	بافت خاک	(۱/۱،۳/۱،۲/۱،۲)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۶: نقشه‌های وزنی هر یک از پارامترهای ورودی

در نهایت، نقشه نهایی به صورت رستری حاصل گردید که گویای تـوان اکولـوژیکی کشاورزی و مرتع‌داری منطقه مورد مطالعه که دارای هر هفت طبقه توان مـدل اکولـوژیکی کشاورزی و مرتع‌داری است، می‌باشد.

یافته‌های تحقیق

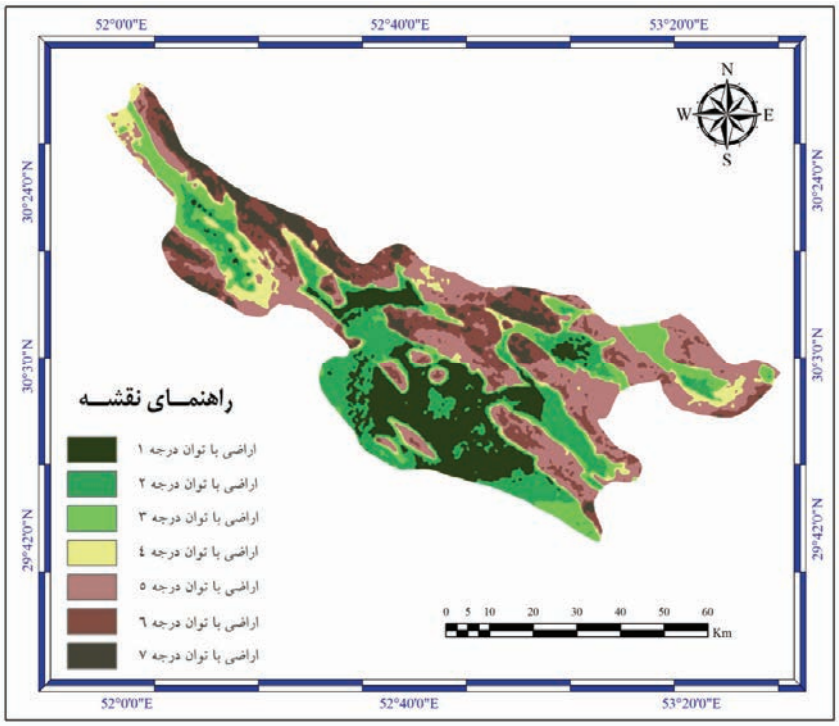
در این قسمت، با توجه به ویژگی‌های اکولوژیک محیط برای کاربری کـشاورزی، بـه تعیین عرصه‌های مناسب برای آن پرداخته می‌شود.

مدل اکولوژیک کشاورزی و مرتع‌داری، شامل هفت طبقه توان محیطی است. طبقـات ۱، ۲ و ۳ نمایانگر اراضی با توان بالا برای فعالیت اصلی کشاورزی اسـت، طبقـه ٤ و ٥ بـه کشت دیم و فعالیت‌های جانبی کشاورزی و طبقه ٦ به فعالیت‌های غیرمـستقیم کـشاورزی اختصاص می‌یابد و طبقه ۷ برای مرتع‌داری و چرای حیات وحش تناسب دارد. نتـایج ایـن پژوهش نشان داد که منطقه مورد مطالعه دارای هر هفت طبقه مدل کشاورزی و مرتـع‌داری ایران است. علاوه بر این، نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که مناطق با تـوان کـشاورزی یک تا سه به طور عمده از نظر شیب در شیب‌هـای ۸-۰ درصـد و خـاک‌هـای بـا درجـه حاصلخیزی بالا (بافت رسی لومی و شنی) و خاک‌های عمیق تا نیمه عمیق و بـا فرسـایش کم وجود دارند. در این‌گونـه منـاطق خـاک اسـتعداد زیـادی بـرای کـشت دایـم و مـنظم محصولات کشاورزی (غلات، دانه‌های روغنی، سبزی‌هـا، صـیفی‌جـات و علوفـه) بـدون مواجهه شدن با خسارت را دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

در مطالعه حاضر بیش‌تر عرصه‌های مستعد کشاورزی در خاک‌های لومی رسی که پیش‌تر به آن اشاره شد، قرار گرفته‌اند، این نتایج نیز با یافته‌های میرداوودی (۱۳۸٦) و مینایی (۱۳۸۸) که بیش از ۳۰ درصد از سطح مورد مطالعه که برای فعالیت‌های کشاورزی دارای توان مناسب (۱،۲،۳) بودند را در خاک‌های لومی رسی مشخص نمود، هماهنگی دارد. هم‌چنین از نظر شیب نیز در شیب‌های کم‌تر از ۸ درصد که با نتایج رشمیدوی[1] و همکاران (۲۰۰۹) و مینایی (۱۳۸۸) که عرصه‌های مناسب کشاورزی (با توان ۱، ۲ و ۳) را کم‌تر از ۸ درصد مناسب تشخیص دادند، منطبق است. شکل ۷ اولویت‌بندی بخش‌های مختلف منطقه مطالعاتی را از نظر توان کشاورزی و مرتع‌داری نشان می‌دهد.



شکل ۷ : نقشه نهایی توان اکولوژیکی کشاورزی و مرتع‌داری منطقه مرودشت

1. Reshmidevi

www.SID.ir

بر پایه نقشه زون‌بندی نهایی، از مجموع کل مساحت منطقه مرودشت، حدود ۵۰۰/۴۳ کیلومتر مربع دارای توان درجه یک، حدود ۵۵۳/۴۹ کیلومتر مربع دارای توان درجه ۲، حدود ۵۳۰/۲۵ کیلومتر مربع دارای توان درجه ۳، حدود ۳۷۵/۱

جدول ٤: جدول مساحت کلاس‌ها بر حسب کیلومتر مربع و درصد

کلاس‌ها	روش Fuzzy AHP	
	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)
توان درجه یک	۵۰۰/٤۳	۱۰/۷۹
توان درجه دو	۵۵۳/٤۹	۱۱/۹۳
توان درجه سه	۵۳۰/۲۵	۱۱/٤۳
توان درجه چهار	۳۷۵/۱	۸/۰۸
توان درجه پنج	٤۸۱/۹۲	۱۰/۳۹
توان درجه شش	۸۸۰/۸۱	۱۸/۹۹
توان درجه هفت	۱۳۱٦/۱۱	۲۸/۳۷
جمع	٤٦۳۸/۱۱	۱۰۰

کیلومتر مربع دارای توان درجه ٤ و حدود ٤۸۱/۹۲ کیلومتر مربع دارای توان درجه ۵، حدود ۸۸۰/۸۱ کیلومتر مربع دارای توان درجه ٦ و حدود ۱۳۱٦/۱۱ کیلومتر مربع دارای توان درجه ۷ را برای کشاورزی و مرتع‌داری دارا می‌باشند. در جدول ٤ مساحت این هفت کلاس بر حسب کیلومتر مربع و درصد نشان داده شده است.

در ادامه، این پژوهش به منظور بررسی کارایی به کارگیری همزمان سیستم اطلاعات جغرافیایی و سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری تحلیل حساسیت صورت پذیرفت. شکل ۸ نمودار تحلیل حساسیت هر یک از پارامترهای ورودی در مدل است. برای آنالیز حساسیت، عرصه‌های با توان یک، دو و سه تعیین شده توسط روش Fuzzy AHP در هر یک از پارامترها مورد بررسی قرار گرفت و میزان انطباق عرصه‌های با توان یک، دو و سه با کلاس‌های مناسب هر یک از پارامترهای ورودی محاسبه گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۸ : نمودار آنالیز حساسیت پارامترهای ورودی

به عنوان نمونه این نمودار بیانگر این است که ٦٧ درصد عرصه‌های با توان اکولوژیکی یک، دو و سه حاصل از روش Fuzzy AHP منطبق بر بافت خاک لوم رسی بوده، در پارامتر شوری خاک ۷۱ درصد عرصه‌های با توان اکولوژیکی یک، دو و سه منطبق بر کلاس شوری کم، در پارامتر شیب ۸۲ درصد عرصه‌های با توان اکولوژیکی یک، دو و سه منطبق بر شیب ۸-۰ درصد، در پارامتر تراکم پوشش گیاهی ۸۱ درصد عرصه‌های با توان اکولوژیکی یک، دو و سه منطبق بر تراکم بیش‌تر از ۳۰ درصد بوده است. نتایج آنالیز حساسیت مدل نیز بیانگر این مطلب است که بخش قابل توجهی از اراضی با توان اکولوژیکی یک، دو و سه نقشه نهایی منطبق بر کلاس‌های کاملاً مناسب هر یک از پارامترهای ورودی در مدل بوده است و این امر رضایت بخش بودن نتایج روش به کار گرفته شده را در مطالعات ارزیابی توان اکولوژیکی نشان می‌دهد. در این راستا امیری و همکاران (۱۳۸۸)، بهنیافر و منصوری دانشور (۱۳۸۹) و مانسر[1] (۲۰۰۷) در تحقیقات خود به این امر اذعان نمودند که بایستی برای افزایش دقت در تعیین کاربری و ارزیابی توان اکولوژیک از روش منطق فازی و روش‌های سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در تلفیق با سامانه اطلاعات جغرافیایی بهره برد.

1. Mansir

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه

دست‌یابی به توسعه و به ویژه توسعهٔ پایدار کشاورزی، نیازمند برنامه‌ریزی اصولی و کارآمد و اجرای دقیق آن برنامه است. کشاورزی پایدار به دلیل عملکردی که در حفظ محیط زیست، امنیت غذایی و تأمین درآمد شاغلان بخش دارد، امروزه به عنوان یکی از موضوعات مهم جهانی مطرح است و اجزای گسترده و گوناگونی دارد. موفقیت در توسعه کشاورزی زمانی محقق خواهد شد که از سرزمین به تناسب استعدادها و توانمندی‌های آن استفاده گردد.

از آنجا که اصول مدیریت و برنامه‌ریزی صحیح در منابع طبیعی، بر پایه شناخت استعدادها و ارزیابی توان اکولوژیک اکوسیستم استوار است. آگاهی از این استعدادها و تعیین پتانسیل منابع مذکور می‌تواند راه‌گشای تهیه و اجرای طرح‌های کاربردی و عملی به منظور نیل به اهداف اقتصادی و حمایتی و حفاظتی باشد. از این رو در این تحقیق، مدل اکولوژیک کاربری کشاورزی با نگرش همه جانبه به کلیه فاکتورهای اکولوژیک در منطقه مرودشت به عنوان واحد برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین مدنظر بوده است. در این راستا مطالعه و آماده‌سازی فاکتورهای فیزیکی و زیستی انجام گرفت. سپس با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و به کمک روش Fuzzy AHP ارزیابی توان اکولوژیک منطقه مورد مطالعه اجرا گردید. با توجه به اینکه مدل‌های حرفی کشاورزی ایران باید بر اساس مناطق مورد ارزیابی تغییر نسبی یابند، لذا ضروری است این مدل‌ها برای استفاده در منطقه مورد مطالعه کالیبره گردند. پس از اجرای مدل فوق با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و به کمک روش Fuzzy AHP، نتایج حاکی از وجود هر ۷ طبقه مدل اکولوژیکی کاربری کشاورزی است. بررسی دقیق نتایج حاصله و مقایسه با شرایط منطقه، گویای آن است که در نواحی نسبتاً گسترده با توان درجه یک و دو برای کشاورزی، شرایط موجود برای کشاورزی مساعد است و باید کشاورزی موجود منطقه را تقویت و توسعه داد. در منطقه که دارای توان درجه سه است، علاوه بر شرایط مناسب برای زراعت و باغداری می‌تواند برای فعالیت در دیگر بخش‌های کشاورزی، چون دامداری و فعالیت‌های جنبی کشاورزی مانند صنایع تبدیلی، حتی کشت برخی محصولات مرتبط با فعالیت‌های فوق چون کشت علوفه مناسب باشد. هم‌چنین نتایج آنالیز حساسیت و کنترل طبقات مدل کشاورزی، ضمن تأیید روش اجرا شده فازی در منطقه مورد مطالعه، مشخص نمود که بهترین روش‌های ارزیابی،

Archive of SID

www.SID.ir

روش‌هایی هستند که عمل ارزیابی توان اکولوژیکی سرزمین را با دقت بیش‌تری مدل‌سازی و تطابق بیش‌تری با واقعیت زمینی داشته باشند؛ لذا با توجه به منطق به کار رفته در روش Fuzzy AHP بواسطه کاهش بحث عدم قطعیت در مرحله تصمیم‌گیری، به نظر می‌رسد که اعتمادپذیری این روش بیش‌تر باشد و به این وسیله پشتیبانی‌های لازم را برای تصمیم‌گیرندگان و مدیران محیط زیست به عمل می‌آورد. در این راستا پیشنهاداتی جهت پیاده‌سازی بهتر مدل مخدوم و ارزیابی مناسب‌تر توان اکولوژیکی مناطق کشور ارایه می‌گردد:

۱. راهبرد سیستم‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در تلفیق با GIS می‌تواند چهارچوب مناسبی را برای حل مسایل پیچیده تصمیم‌گیری (بویژه در تحلیل‌ها و تصمیم-گیری فضایی) فراهم می‌کند، از این رو به‌کارگیری این راهبرد جهت مطالعات آمایشی توصیه می‌گردد.

۲. در ارزیابی توان اکولوژیک، وزن و اهمیت فاکتورها یکسان در نظر گرفته می‌شود، لذا با توجه به متفاوت بودن اهمیت نسبی هریک از فاکتورها پیشنهاد می‌گردد که این روش برای ارزیابی توان اکولوژیک سایر مناطق به کار گرفته شود و نتایج آن مورد آزمون واقع شود.

۳. به دلیل واقع شدن و نزدیکی حواشی عرصه‌های کشاورزی به قسمت شهری، از مسؤولان ذیربط تقاضا می‌گردد تا از گسترش و نفوذ شهرنشینی به بخش‌های کشاورزی جلوگیری نمایند.

٤. ایجاد صنایع تبدیلی وابسته به محصولات کشاورزی و در نتیجه حمایت از توسعه اراضی کشاورزی در منطقه مطالعاتی با توجه به پتانسیل‌های منطقه (به عنوان قطب کشاورزی استان فارس) امری ضروری به نظر می‌رسد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ

۱. امیری محمدجواد، سلمان ماهینی عبدالرسول، جلالی سید غلامعلی، حسینی سید محسن، آذری دهکردی فرود (۱۳۸۸)، *مقایسه روش سیستمی ادغام نقشه‌ها و ترکیب منطق بولین فازی در ارزیابی توان اکولوژیک جنگل‌های حوضه‌های آبخیز ۳۳ و ۳٤ شمال ایران*، مجله علوم محیطی، شماره ۲،صص ۱۲٤-۱۰۹.

۲. بهنیا ابوالفضل، منصوری دانشور محمدرضا (۱۳۸۹)، *پهنه‌بندی آمایشی با رویکرد ارزیابی چند عامله و استفاده از مدل AHP به منظور توسعه گردشگری در محیط GIS مطالعه موردی: حوضه آبریز گلمکان*، مجله آمایش (فصل‌نامه جغرافیایی)، شماره ۹، صص ۱۸-۱.

۳. توفیق فیروز (۱۳۸٤)، *"آمایش سرزمین، تجربه‌های جهانی و انطباق آن با وضع ایران"*، وزارت مسکن و شهرسازی، مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.

٤. زاهدی پور حجت الله ، فتاحی محمد، میرداودی اخوان حمیدرضا (۱۳۸٤)، *بررسی پراکنش و خصوصیات رویشگاهی پسته وحشی در استان مرکزی*، مجله تحقیقات جنگل و صنوبر، جلد ۱۳، شماره ۱، صص۱۹۱-۱۹۹.

۵. عطایی محمد (۱۳۸۹)، *تصمیم گیری چند معیاره فازی* ، انتشارات دانشگاه صنعتی شاهرود.

٦. کرم عبدالامیر (۱۳۸٤)، *تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال‌غرب شیراز با استفاده از رویکرد چندمعیاری MCE در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی*، مجله پژوهش‌های جغرافیایی، شماره ٥٤، صص ۱۰٦-۹٤.

۷. کوره‌پزان دزفولی امین (۱۳۸٤)، *اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربردهای آن در مدل سازی مسایل آب*، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.

۸. محمودی بیت الله (۱۳۸٦)، *ارزیابی توان تفرجگاهی سامان عرفی منج در جنگل‌های محدوده شهرستان لردگان در استان چهارمحال و بختیاری*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی ساری، دانشگاه مازندران، ص۱۱۲.

۹. مخدوم مجید (۱۳۸٤)، *شالوده آمایش سرزمین*، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۰. مطیعی لنگرودی سیدحسن، شمسایی ابراهیم (۱۳۸۸)، *توسعه و کشاورزی پایدار(از دیدگاه اقتصاد روستایی)*، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.

۱۱. میرداودی حمیدرضا، زاهدی پور حجت اله، مرادی حمیدرضا، گودرزی غلامرضا (۱۳۸٦)، *بررسی و تعیین توان اکولوژیک استان مرکزی از نظر کشاورزی و مرتع‌داری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)*، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵، شماره ۲، صص ۲٤۲-۲۵۵.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۲. میرمحمدی سید محمد (۱۳۸٦)، *آمایش سرزمین و ملاحظات امنیت اقتصادی*، موسسه تحقیقاتی تدبیر اقتصاد.

۱۳. مینائی مسعود (۱۳۸۸)، *پیاده سازی مدل آمایشی کشاورزی با استفاده از منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS): (منطقه مورد مطالعه فریدون شهر)*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، ص۱٤٦.

14. Basinski, J.J. (1985), *Land Evaluation, some general considerations, In Environment Planning and management* ed (J.J. Basinski and K.D. Cocks) Csiro Canberra ,pp 59-65.
15. Badenko, v. and D. kurtener (2004). *Fuzzy modeling in GIS environment to support sustainable land use planning.* The AGILE conference on geographic information science. 29 April-1may. Hera lion, Greece, parallel session a.1- geographic knowledge discovery.
16. Baja, S., D.M. Chapman and D. Dragovich (2002), *Fuzzy modeling of environmental suitability index for rural land use systems: an assessment using GIS.* Environment and Planning B: Planning and Design, 29:PP:3–20.
17. Chen, S-J., and C-L. Hwang, (1992), *Fuzzy multiple attribute decision making: method and application,* Springer-Verlag.
18. Malhotra, R.C. (1980), *Environment Management : Integrated Rural Development, In Reading in Environmental management,* ed (V. Vichit-Vadkan et al). UN. Asian and pacific dev.inst, PP:161-179.
19. Mansir, A. (2007), *A geographic information system (GIS) and multi-criteria analysis for sustainable tourism planning.*
20. Miller, G.T, (1995), *Environment Resource Management,* Wadworth Pub.C.592 pp.
21. Qiao, L. (2008), *A model for suitability evaluation of tourism development for the suburban mining wasteland and its empirical research.* Ecological Economy, 4,PP:338-345.
22. Reshmidevi, T.V., T.L Eldho and R. Jana., (2009), *A GIS-integrated fuzzy rule-based inference system for land suitability evaluation in agricultural watersheds,* Agricultural Systems, 101, PP:101–109.
23. Sicat, R.S., Carranza, E.J.M., Nidumolu, U.B., (2005), *Fuzzy modeling of farmers' knowledge for land suitability classification.* Agricultural Systems 83,PP: 49–75.
24. Wang, X., and E.E. Kerre, (2001), *Reasonable properties for the ordering of fuzzy quantities (II)",* Fuzzy Sets and Systems, Vol. 118, PP:375-385.

Archive of SID

www.SID.ir