Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره شانزدهم، شماره ویژه ۹۳

کاربرد روش وزن‌دهی جمعی فازی (FSAW) در فرآیند ارزیابی سرزمین به منظور تعیین محدوده‌های نیازمند کاربری حفاظت در پارسل A حوزه آبخیز سد قشلاق

فضل الله احمدی میرقائد[1*]
f.ahmadi.m@gmail.com
بابک سوری[2]
مهتاب پیرباوقار[3]

تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۲۱ **تاریخ پذیرش:۹۰/۱/۳۰**

چکیده

زمینه و هدف: حفاظت از سرزمین در راستای توسعه جهت کاهش پیامدهای منفی توسعه در محیط زیست امری لازم و ضروری است که بر این اساس می‌توان استفاده بهینه از منابع سرزمین را پیاده نمود. این تحقیق با هدف ارزیابی سرزمین با استفاده از روش وزن‌دهی جمعی فازی برای پهنه بندی محدوده‌های نیازمند کاربری حفاظت در پارسل A حوزه آبخیز سد قشلاق صورت پذیرفته است.

روش بررسی: بر اساس هدف مطالعه ابتدا داده‌های زیست محیطی مورد نیاز جمع آوری و نقشه سازی شدند، سپس معیارهای مؤثر در توسعه کاربری حفاظت بر اساس متغیرهای زبانی و توابع اعداد مثلثی فازی ارزش‌گذاری گردیدند. در نهایت بر اساس اصول روش وزن‌دهی جمعی فازی (FSAW) تلفیق نقشه‌ها به منظور ارزیابی منطقه مطالعاتی صورت پذیرفت.

یافته‌ها: پس از تهیه و طبقه بندی نقشه نهایی، ارزیابی منطقه برای تعیین میزان نیازمندی به عملیات حفاظتی پهنه‌ها در سه کلاس کم، متوسط و زیاد معلوم گردید که در نهایت از کل مساحت حوزه ۳۵، ۵۸ و ۸ درصد به ترتیب در طبقات اهمیت زیاد، متوسط و کم برای اعمال عملیات حفاظتی قرار گرفتند.

بحث و نتیجه گیری: نتایج نشان دادند که با استفاده از روش وزن‌دهی جمعی فازی (FSAW) می توان سرزمین را در طیفی از کلاس تناسب اراضی برای توسعه کاربری‌ها پهنه بندی نمود. همچنین مشخص گردید محدوده‌هایی که نیاز بیشتری به عملیات حفاظتی دارند، در مناطق مرکزی و جنوب حوزه با توجه به شدت بالای بهره‌برداری منابع آنها قرار دارند.

واژه های کلیدی: ارزیابی سرزمین، حفاظت، تصمیم گیری چند معیاری مکانی، FSAW.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، * (مسوول مکاتبات).
۲- دانشیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان
۳- استادیار گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

افزایش ناگهانی جمعیت انسانی از یک سو و محدودیت منابع از سوی دیگر بشر را مجبور ساخته است که در استفاده از منابع طبیعی و توسعه کاربری‌ها در سرزمین، محدودیت و آسیب پذیر بودن منابع آب، خاک و فضای زیستی آن را مد نظر قرار دهد. لذا در راستای هر گونه توسعه در سرزمین جنبه‌های حفاظتی منابع و مدیریت مناسب آن‌ها مهم و ضروری به نظر می‌رسد. در این بین ارزیابی سرزمین یکی از راهکارهایی است که طی آن می توان طرح‌ریزی جامعی برای مدیریت و استفاده از منابع طبیعی در سرزمین انجام داد (۱، ۲، ۳ و ۴).

از بدو پیدایش ارزیابی سرزمین، روش‌های متعددی جهت تصمیم گیری در این زمینه استفاده شده اما در مجموع توجه برنامه‌ریزان به استفاده از روش‌های مناسب و جامع‌تر معطوف شده است که از جمله آن‌ها می توان به روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاری مکانی (SMCDM[1]) و فازی[2] اشاره کرد. روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاری مکانی، تحلیل هم‌زمان چندین معیار متعارض و ناسازگار مربوط به یک مبحث را فراهم می آورند. همچنین طی این روش‌ها می‌توان نظرات گروه‌های مختلف تصمیم ساز در فرایند تصمیم‌گیری را وارد نمود. با توجه به عدم توانایی این روش‌ها در تعیین عدم قطعیت معیارها تلفیق آن‌ها با روش‌های تصمیم‌گیری فازی در امر تصمیم گیری مطلوب به نظر می‌رسد (۵، ۶، ۷ و ۸).

مجموعه تئوری فازی تکمیل کننده تئوری کلاسیک (بولین) می‌باشد که در سال ۱۹۶۵ توسط لطفی زاده ارایه گردید. این تئوری درجه عضویت اعضای یک مجموعه را به صورت نسبی بیان می‌کند، یعنی این که اعضا در یک مجموعه یا یک کلاس می‌توانند دامنه‌ای از کامل (۱) تا ناقص (۰) داشته باشند، در حالی‌که در تئوری کلاسیک (بولین)، اعضا در یک مجموعه فقط به صورت کامل (۱) یا ناقص (۰) تعریف شده‌اند. نظر به این که در طرح ریزی زیست محیطی جنبه‌های مختلف سرزمین اعم از معیارهای اکولوژیک و اقتصادی اجتماعی مورد توجه قـرار می‌گیرند و این معیارها دارای پیچیدگی، عدم قطعیت و تا حدی ابهام آمیز هستند، لذا استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری فازی و چند معیاری مکانی در جهت کاهش این محدودیت‌ها در فرآیند برنامه‌ریزی سرزمین ضروری به نظر می‌رسد (۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲).

روش وزن‌دهی جمعی فازی (FSAW[3]) از جمله روش‌هایی است که استفاده از آن در فرایند تصمیم گیری به دلیل سادگی و انعطاف‌پذیری مناسب می‌باشد. در این روش ورودی‌های ماتریس تصمیم‌گیری و اوزان معیارها بر حسب اعداد فازی مثلثی مشخص می‌شوند. همچنین تجزیه و تحلیل اوزان معیارها بر اساس عملیات حسابی فازی انجام می‌پذیرد و در نهایت ارزش‌های نهایی طی فرآیند فازی زدایی جهت رتبه‌بندی گزینه‌ها به اعداد قطعی تبدیل می‌شوند تا بتوان مطلوب‌ترین گزینه را از بین گزینه‌های مورد نظر انتخاب کرد (۵ و ۱۳).

Qin و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیقی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاری در تلفیق با سیستم‌های خبره برای ارزیابی اثرات تغییر اقلیم و طرح‌ریزی محیطی سود برده‌اند. Chou و همکاران (۲۰۰۷) نیز در تحقیقی دیگر از تئوری فازی و روش PROMETHEE برای ارزیابی و انتخاب مدل اکوتکنولوژی مناسب در حوزه آبخیز Shihmen بهره برده‌اند. همچنین Lina و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای از روش‌های فازی جهت ارزیابی فواید عملیات احیای جنگل برای کنترل فرسایش در رودخانه Chi-Jia-Wan تایوان استفاده کرده‌اند. Lotfi و همکاران (۲۰۰۹) نیز در پژوهشی با عنوان تحلیل توسعه زمین شهری بابلسر با استفاده از مدل تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) سعی کردند الگویی مناسب برای توسعه فیزیکی شهر با توجه به عوامل اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ارایه دهند.

با توجه به این که پارسل A حوزه آبخیز سد قشلاق از نظر تأمین آب آشامیدنی مناطق پایین دست از جمله شهر سنندج نقش مهمی در منطقه ایفا می‌کند و نیز به دلیل استفاده غیر منطقی از منابع طبیعی آن توسط مردم محلی که باعث تخریب و فرسایش محیط زیست منطقه و در نهایت ورود رسوبات به سد قشلاق، افزایش آلودگی آب و خاک و به خطر انداختن حیات زیست‌مندان این مکان شده است، لذا این مطالعه با هدف استفاده از روش وزن‌دهی جمعی فازی (FSAW) جهت تصمیم‌گیری در فرآیند ارزیابی سرزمین به منظور پهنه‌بندی حفاظتی این منطقه صورت پذیرفت.

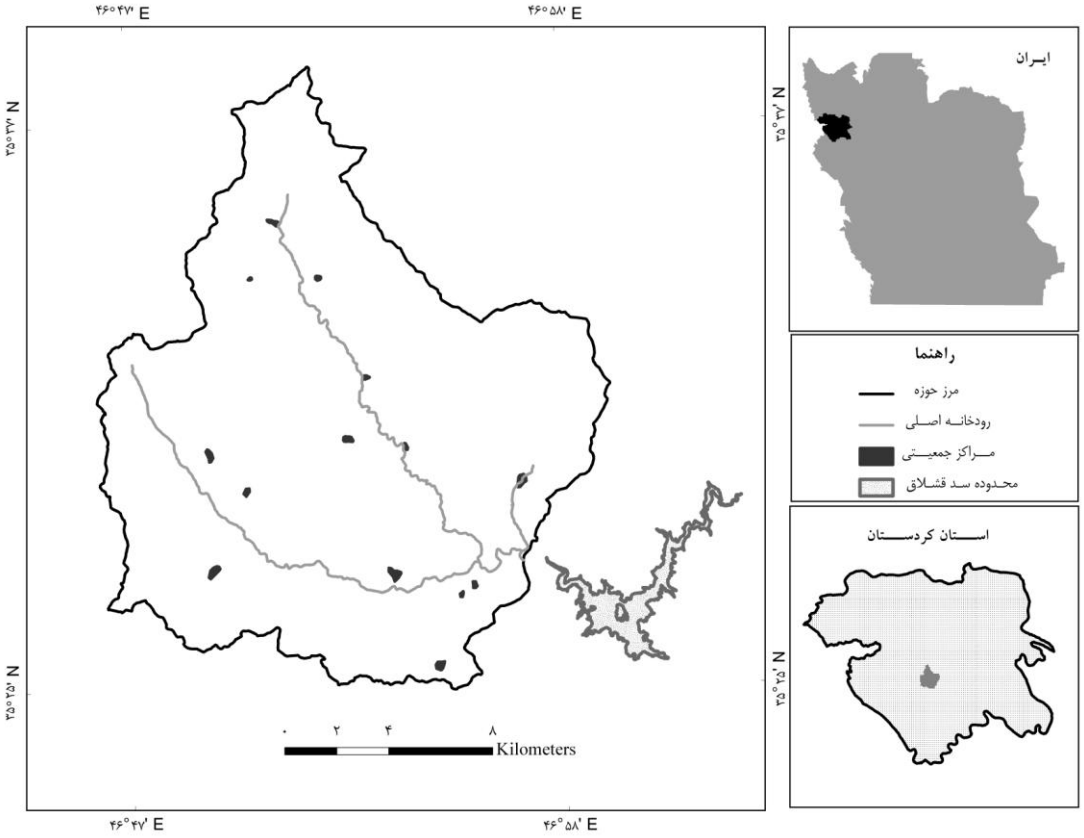
منطقه مطالعاتی

منطقه مطالعاتی در این پژوهش پارسل A حوزه آبخیز سد قشلاق می‌باشد که با مساحتی در حدود ۲۷ هزار هکتار در استان کردستان و شمال شرقـی شهر سنـنـدج واقع شده است. محدوده مختـصات جغرافیایی این حوزه "۱۱ '۴۶ °۴۶ تا "۱۵ '۵۹ °۴۶ طول شرقی و "۵۹ '۲۴ °۳۵ تا "۵۳ '۳۷ °۳۵ عرض شمالی می‌باشد (شکل ۱). حوزه از نظر منابع آبی دارای تعداد زیادی چشمه و دو رودخانه دایمی است که از شمال و غرب منطقه سرچشمه گرفته و به جنوب شرقی آن ختم می‌شوند. متوسط بارش سالیانه منطقه ۴۶۴/۲ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۴/۲ درجه سانتی‌گراد می باشد. بر اساس روش دمارتن اقلیم منطقه نیز در رده نیمه خشک قرار می‌گیرد.

1- Spatial Multi Criteria Decision Making.
2- Fuzzy method.
3- Fuzzy Simple Additive Weighting.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی.

روش انجام تحقیق

در این پژوهش پس از انتخاب پارسل A حوزه آبخیز سد قشلاق به عنوان منطقه مطالعاتی، معیارهای اکولوژیکی اعم از خصوصیات شکل زمین، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی، اقلیم و آب و هوا، فرسایش خاک و پوشش گیاهی و همچنین معیارهای اقتصادی اجتماعی شامل خصوصیات اراضی، منابع انرژی و سودرسانی، زیر ساخت‌ها، جمعیت، میزان اشتغال و آگاهی منطقه مطالعاتی طی عملیات میدانی و با استفاده از اطلاعات مطالعات قبلی تهیه و سپس در محیط GIS (نرم افزار Arc GIS 9.2) در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ نقشه سازی شدند. پس از آن معیارهای مؤثر در ارزیابی سرزمین برای توسعه کاربری حفاظت مطابق با نظرات کارشناسان و منابع کتابی در ۱۴ گروه طبقه بندی شدند و ارزش‌گذاری معیارهای هر طبقه بر اساس متغیرهای زبانی در هفت کلاس تعریف گردید (جدول ۱). بر اساس ارزش‌های زبانی تعریف شده وزن فازی هر معیار بر اساس اعداد هفتگانه مثلثی فازی تعیین شد که هر عدد فازی شامل سه حد بالا (c)، میانه (b) و پایین (a) می‌باشد (شکل ۲). در مرحله بعد بر اساس روش وزن‌دهی جمعی فازی (FSAW) ابتدا با ارزش‌گذاری کلیه طبقات لایه‌های اطلاعاتی بر اساس اوزان فازی تعیین شده برای آن‌ها نقشه‌های معیار تهیه و سپس اوزان فازی هر معیار در نقشه متناظر با آن ضرب گردید. در مرحله بعد با استفاده از روش همپوشانی نقشه‌ها با همدیگر تلفیق و ارزش‌های فازی وزنی به دست آمده بر همه معیارها در رابطه با هر مؤلفه مربوط به اعداد مثلثی فازی با همدیگر تجمیع گردید. نظر به این که تصمیم‌گیری در محیط فازی به علت نسبی بودن ارزش‌های آن مشکل می‌باشد، لذا تبدیل ارزش‌های نهایی به اعداد قطعی ضروری است. در این مطالعه بر اساس فرمول (۱) اوزان فازی به اعداد قطعی برای تصمیم‌گیری مناسب و مطلوب‌تر تبدیل شدند. در نهایت بر اساس روش مبتنی بر ارزش حداکثر (فرمول ۲) استاندارد سازی ارزش‌های قطعی صورت پذیرفت و بر اساس نتایج آن اولویت‌بندی پهنه ها برای اعمال عملیات حفاظتی انجام گردید. مقدار ارزش‌های نهایی استاندارد شده پهنه ها بین ۰ و ۱ قرار می‌گیرند که هرچه به یک نزدیک‌تر باشند از اهمیت و مطلوبیت بیشتری برای توسعه کاربری حفاظت برخوردارند. روند کلی انجام مطالعه در شکل ۳ مشخص شده است.

فرمول (۱) (Chen et al., 2009)

$$BNP^{\gamma}_{k} = a + [(c-a) + (b+a)]/3$$

1- Best Non-Fuzzy Performance Value

www.SID.ir

Archive of SID

فرمول (۲) (مالچفسکی، ۱۳۸۵) $X' = X_j / X_{max}$

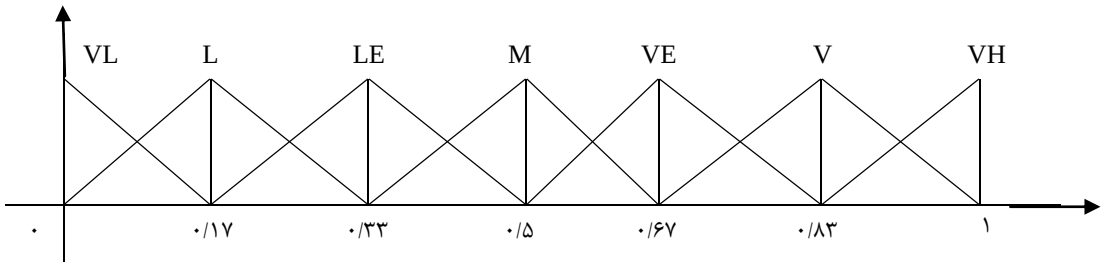
X'= ارزش استاندارد شده برای هر گزینه

X_i = ارزش خام هر گزینه

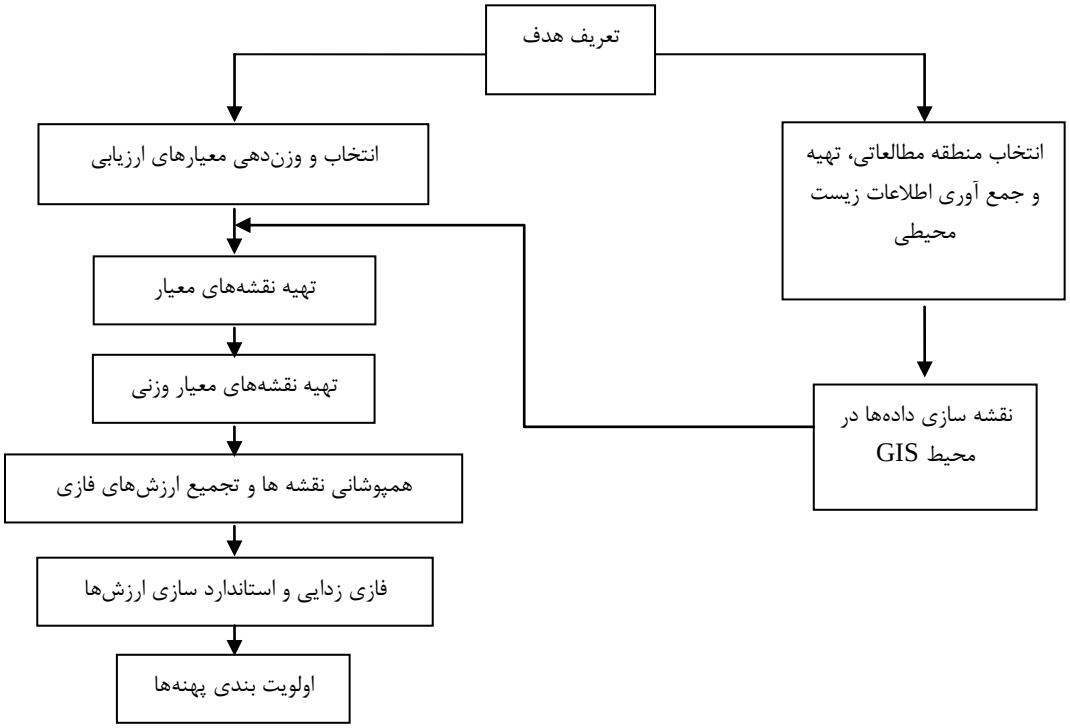
X_{max}= ارزش حداکثر در بین کلیه گزینه‌ها

جدول ۱- طبقات متغیر های زبانی و اوزان فازی آن ها

کد	درجه اهمیت	اوزان فازی (a, b, c)
VH	خیلی زیاد	(۰/۸۳ ،۱ ،۱)
V	زیاد	(۰/۶۷ ،۰/۸۳ ،۱)
VE	نسبتاً زیاد	(۰/۵ ،۰/۶۷ ،۰/۸۳)
M	متوسط	(۰/۳۳ ،۰/۵ ،۰/۶۷)
LE	نسبتاً کم	(۰/۱۷ ،۰/۳۳ ،۰/۵)
L	کم	(۰ ،۰/۱۷ ،۰/۳۳)
VL	خیلی کم	(۰ ،۰ ،۰/۱۷)



شکل ۲- مقیاس هفتگانه توابع مثلثی فازی (Herrera & Martinez, 2000).



شکل ۳- روند کلی انجام تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

یافته ها

پس از آماده سازی اطلاعات و داده‌های ورودی و تبدیل آن‌ها به شکل رقومی در محیط GIS، وزن‌دهی آن‌ها بر اساس اعداد مثلثی هفتگانه فازی انجام گرفت. در کل ۳۶ لایه اطلاعاتی برای ارزیابی توان زیست محیطی منطقه مورد مطالعه مدنظر قرار گرفت که جنبه‌های مختلف سرزمین اعم از شکل زمین، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی، اقلیم و آب و هوا، فرسایش، پوشش گیاهی، اراضی، دسترسی به منابع انرژی، زیر ساخت‌ها، منابع سودرسانی، جمعیت، اشتغال و آگاهی را پوشش می‌دهند. پس از وزن‌دهی معیارها بر اساس توابع مثلثی فازی اوزان معیارها مطابق با جدول (۲) به دست آمد که با تجزیه و تحلیل آن‌ها همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی جهت تهیه نقشه ارزیابی سرزمین برای توسعه کاربری حفاظت صورت پذیرفت. نقشه نهایی به دست آمده با استفاده از روش وزن‌دهی جمعی ساده فازی (FSAW) بیانگر این مطلب می‌باشد که می‌توان با استفاده از این روش کل حوزه را در طیفی از کلاس تناسب اراضی برای اعمال عملیات حفاظتی پهنه‌بندی نمود که بر اساس آن مشخص می‌شود با حرکت تدریجی از مرز به سمت مرکز حوزه بر میزان اهمیت عملیات حفاظتی افزوده می‌شود (شکل ۴). نظر به این که در نقشه نهایی ارزیابی منطقه، پلی‌گون‌های تشکیل شده متعدد می‌باشند، لذا اجرای برنامه‌های مدیریتی برای حفاظت بر اساس آن مشکل و نیازمند صرف وقت و هزینه گزافی می‌باشد. بنابراین برای تعیین میزان نیازمندی به عملیات حفاظتی پهنه‌ها به صورت منطقی‌تر ارزش‌های نهایی بر اساس متغیرهای زبانی در سه کلاس کم، متوسط و زیاد تعریف شدند (شکل ۵) که در نهایت مشخص گردید از کل مساحت حوزه (۲۶۹۵۷ هکتار) ۳۵، ۵۸ و ۸ درصد به ترتیب در طبقات اهمیت زیاد، متوسط و کم برای اعمال عملیات حفاظتی قرار می‌گیرند. ارزیابی نهایی نشان می‌دهد که حدود نیمی از مساحت منطقه به ویژه مناطق مرکزی و جنوب حوزه که مورد بهره‌برداری و استفاده بیشتر مردم محلی منطقه می‌باشند، نیاز به حفاظت و توجه بیشتری دارند. همچنین معلوم گردید که محیط زیست منطقه با توجه به شدت بهره‌برداری و وابستگی شدید مردم محلی به منابع آن به‌طور قابل توجهی در معرض تخریب و نابودی قرار دارد و فقدان آگاهی، آموزش و برنامه‌های مدیریتی در زمینه استفاده بهینه از منابع طبیعی منطقه بر شدت تخریب محیط زیست حوزه می‌افزاید.

بحث و نتیجه گیری

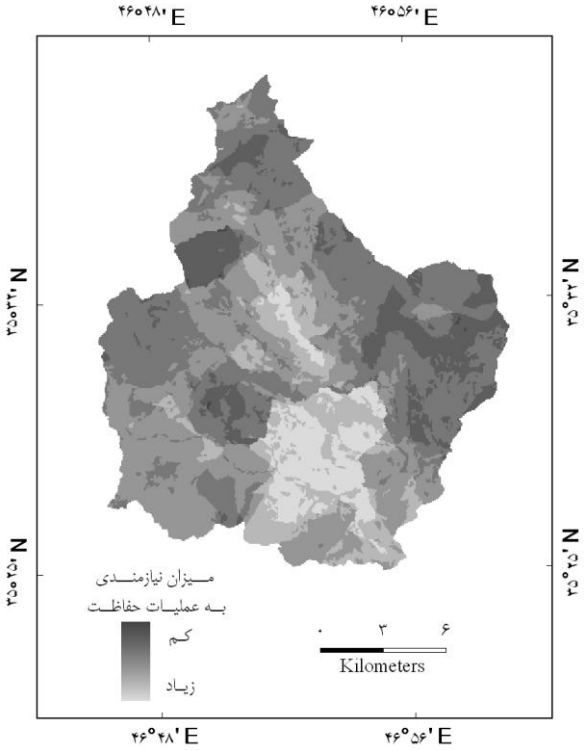
نتایج این پژوهش نشان داد که مناطق مرکزی و جنوب حوزه نسبت به بقیه پهنه‌ها برای توسعه کاربری حفاظت در اولویت هستند زیرا فعالیت‌های انسانی ازجمله عملیات کشاورزی شامل کشت آبی و دیم و همچنین تعدد مراکز جمعیتی در این مناطق بیشتر به چشم می‌خورد. این مطلب نمایانگر این موضوع می‌باشد که در مناطقی که توسعه صورت می‌گیرد باید در راستای آن اقدامات مدیریتی و حفاظت از محیط زیست افزایش یابد و برنامه‌ریزی درست در جهت کاهش اثرات زیست محیطی فعالیت‌های انسان صورت پذیرد.

با توجه به اینکه منطقه از نظر ویژگی‌های فیزیکی سرزمین دارای پستی و بلندی‌های زیاد، شیب‌های تند، خاک‌های کم عمق با بافت درشت، سنگ‌های حساس به فرسایش و برونزدهای سنگی می‌باشد لذا به طور طبیعی سرعت تغییرات محیط زیست در منطقه زیاد است. از سوی دیگر وفور منابع آبی عاملی دیگر در جهت جابه جایی رسوبات و ایجاد انواع فرسایش در منطقه به حساب می‌آید. همچنین وضعیت نامناسب پوشش گیاهی منطقه که صرفاً شامل گیاهان مرتعی و علفی می‌باشد باعث شده است که تأثیرات عوامل تخریبگر در محیط زیست منطقه بیشتر پدیدار شود. در واقع وضعیت ضعیف بیولوژیک منطقه کمک چندانی در جهت بازسازی و احیاء اکوسیستم‌های تخریب شده یا در حال تخریب نمی‌کند.

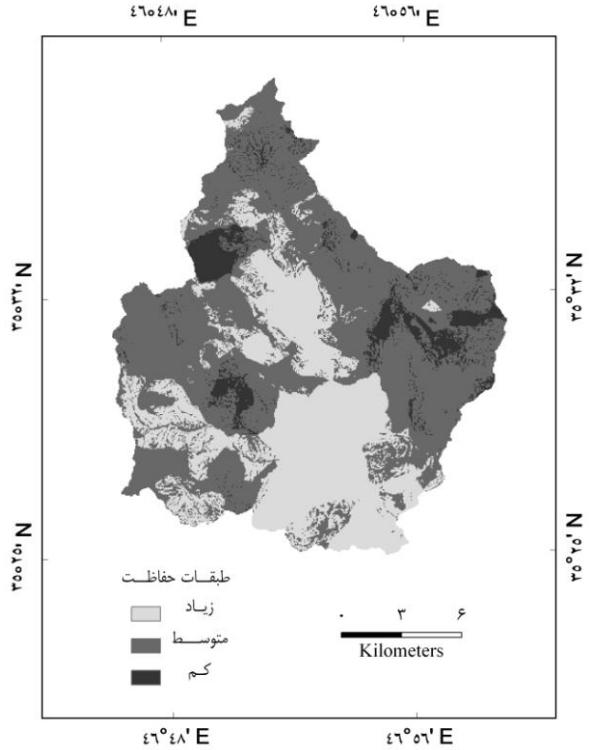
وضعیت اقتصادی و اجتماعی منطقه نیز بازگو کننده این واقعیت می‌باشد که با توجه به وجود زندگی سنتی، تعدد مراکز جمعیتی، وجود دام‌های فراوان، درصد بالای کم سوادی، نبود نیروی کار ماهر، کشاورزی سنتی با بازده بسیار پائین و نیاز مردم محلی به مواد و انرژی باعث گردیده‌اند که منابع طبیعی منطقه تحت بهره‌برداری شدید و نادرست مردم محلی قرار گیرند که این عوامل سرعت تخریب و تضییع محیط زیست منطقه را دو چندان ساخته اند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۴- نقشه نهایی ارزیابی سرزمین در منطقه مطالعاتی برای توسعه کاربری حفاظت.



شکل ۵: نقشه طبقه بندی شده ارزیابی سرزمین در منطقه مطالعاتی برای توسعه کاربری حفاظت.

این حقایق نشان می‌دهند که انجام هر گونه توسعه در منطقه باید با برنامه‌ریزی مناسب و صحیح و بر مبنای اصول آمایش سرزمین انجام گردد تا از اثرات منفی زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی در منطقه کاسته شود. همچنین در راستای هر گونه توسعه در منطقه باید آموزش‌های لازم در جهت افزایش دانش زیست محیطی ساکنان منطقه صورت گیرد تا نوع و شدت بهره‌برداری از منابع طبیعی در حد اعتدال انجام پذیرد. نظر به این که منطقه مطالعاتی تأثیر بسیار زیادی بر مناطق پایین دست از جمله سد قشلاق دارد، لذا بی توجهی به مدیریت آن می تواند خسارت زیست محیطی فراوانی به بار آورد و گذشته از نابودی محیط زیست منطقه باعث تخریب و تغییر اکوسیستم‌های مناطق پایین دست و تولید آلودگی‌های زیست محیطی در این مناطق از جمله آلودگی آب و خاک در سد قشلاق شود. نتایج حاکی از آن بود که استفاده از منطق و مجموعه‌های فازی از جمله توابع اعداد مثلثی با توجه به این که به انتقال تدریجی بین دو وضعیت کمک می کنند، در ارزش‌گذاری معیارهای ارزیابی و بیان عدم قطعیت و عدم صراحت پارامترهای زیست محیطی در نقشه سازی و تصمیم‌گیری بسیار می‌تواند سودمند و مفید باشد. به دلیل این که تغییرات تدریجی از مشخصه‌های بارز پارامترهای زیست محیطی در سرزمین می‌باشند، از سوی دیگر اعداد فازی مبنایی برای تعریف و تعیین متغیرهای زبانی هستند که بطور عام برای ارزش‌گذاری حالت های یک موضوع به کار می‌روند، لذا دارای ظرفیت طبیعی برای بیان عدم قطعیت‌ها و اندازه‌گیری در یک محیط نسبی می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- اوزان فازی به دست آمده برای معیارهای ارزیابی بر اساس توابع هفتگانه مثلثی فازی

معیار	اوزان مثلثی فازی	معیار	اوزان مثلثی فازی
ارتفاع	(۰/۵، ۰/۳۳، ۰/۱۷)	تراکم گیاهی	(۰/۸۳، ۰/۶۷، ۰/۵)
شیب	(۱، ۱، ۰/۸۳)	وضعیت مراتع	(۰/۶۷، ۰/۵، ۰/۳۳)
جهت شیب	(۰/۳۳، ۰/۱۷، ۰)	گرایش مراتع	(۰/۵، ۰/۳۳، ۰/۱۷)
بافت خاک	(۱، ۰/۸۳، ۰/۶۷)	وضعیت زاد آوری گونه‌های مرتعی	(۰/۵، ۰/۳۳، ۰/۱۷)
عمق خاک	(۱، ۱، ۰/۸۳)	کاربری فعلی اراضی	(۰/۵، ۰/۳۳، ۰/۱۷)
رطوبت خاک	(۰/۵، ۰/۳۳، ۰/۱۷)	تیپ اراضی	(۱، ۱، ۰/۸۳)
گروه‌های هیدرولوژیکی خاک	(۰/۶۷، ۰/۵، ۰/۳۳)	حریم راه‌ها	(۱، ۱، ۰/۸۳)
نوع سنگ بستر	(۰/۵، ۰/۳۳، ۰/۱۷)	حریم اماکن مسکونی	(۱، ۱، ۰/۸۳)
حساسیت سنگ‌ها به فرسایش	(۰/۶۷، ۰/۵، ۰/۳۳)	حریم منابع آبی	(۱، ۱، ۰/۸۳)
زمین لغزش	(۱، ۱، ۰/۸۳)	دسترسی به امکانات رفاهی	(۰/۶۷، ۰/۵، ۰/۳۳)
میانگین بارندگی سالیانه	(۱، ۱، ۰/۸۳)	میزان درآمد	(۱، ۱، ۰/۸۳)
میانگین دمای سالیانه	(۰/۶۷، ۰/۵، ۰/۳۳)	پراکندگی دام	(۰/۵، ۰/۳۳، ۰/۱۷)
نوع اقلیم	(۰/۶۷، ۰/۵، ۰/۳۳)	تراکم جمعیت انسانی	(۱، ۱، ۰/۸۳)
میزان دبی	(۰/۶۷، ۰/۵، ۰/۳۳)	گروه سنی ۱۵ تا ۶۵ سال	(۰/۵، ۰/۳۳، ۰/۱۷)
میزان گل آلودگی	(۱، ۱، ۰/۸۳)	تعداد شاغلین	(۱، ۱، ۰/۸۳)
نوع فرسایش	(۱، ۱، ۰/۸۳)	میزان بیکاری	(۱، ۱، ۰/۸۳)
شدت فرسایش	(۰/۶۷، ۰/۵، ۰/۳۳)	میزان باسوادی	(۱، ۱، ۰/۸۳)
تیپ گیاهی	(۱، ۱، ۰/۸۳)	میزان بی‌سوادی	(۰/۳۳، ۰/۱۷، ۰)

همچنین نتایج تحقیق نشان داد که استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاری مکانی و فازی در فرآیند آمایش سرزمین بسیار مطلوب و مناسب می‌باشد زیرا این روش‌ها نوع و ویژگی‌های تصمیم‌گیری در این فرآیند را پوشش می‌دهند که از جمله آن‌ها می توان به تلفیق معیارهای متعدد و مبهم ارزیابی، رفع تضاد و ناسازگاری معیارها و برآورد عدم قطعیت معیارها اشاره کرد. از سوی دیگر با توجه به این که در فرایند آمایش سرزمین کارشناسان و گروه‌های مختلف تصمیم گیر از جمله سیاست‌گـــزاران، مـــدیـــران، برنامه ریزان و صاحبان منابع دخالت دارند، لذا طی این روش ها می‌توان تصمیمات گروهی آن‌ها را در جهت ایجاد طرح ریزی و برنامه ریزی مناسب در سرزمین با همدیگر تلفیق و در نهایت مناسب‌ترین گزینه را انتخاب نمود.

منابع

۱. مخدوم، مجید، «شالوده آمایش سرزمین»، چاپ ششم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۴، ۲۸۹ ص.

۲. مخدوم، مجید. درویش صفت، علی اصغر. جعفرزاده، هورفر و مخدوم، عبدالرضا، «ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه های اطلاعات جغرافیایی (GIS)»، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۳، ۳۰۴ ص.

۳. ملک قاسمی، علی، «بررسی کاربرد اصول آمایش سرزمین و GIS در توسعه جنگل و فضای سبز (مطالعه موردی در جنگل سرخه حصار تهران)»، ۱۳۸۴، مجله علمی-پژوهشی کشاورزی، سال یازدهم، شماره ۳.

4. Amler, B. et al., 1999. Landuse planning methods, strategies and tools, Deutsche gesellschaft for technische zusammenar beit (GTZ) gmblt, P.O.BOX 5130, 65726 Eschborn, Germany.

۵. مالچفسکی، یاچک.(نویسنده)، اکبر پرهیزکار و عطا غفاری گیلانده (مترجم)، «سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاری»، چاپ اول، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه ها (سمت)، تهران، ۱۳۸۵، ۵۹۷ ص.

6. Chang, N. B., Parvathinathan, G. & Breeden J. B. 2008. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban

www.SID.ir

Archive of SID

region. Journal of Environmental Management, Volume 87, Issue 1, Pages 139-153.

7. Chen, Y.C., Lien, H.P. & Tzeng, G.H. 2009. Fuzzy MCDM approach for selecting the best environment-watershed plan. Applied Soft Computing Journal (2008), doi:10.1016/j.asoc.2009.11.017.
8. Gomez-Limon, J.A., Arriaza, M, & Riesgo, L. 2003. An MCDM analysis of agricultural risk aversion. European Journal of Operational Research, 151:569–585.
9. Chou, W.C., Lin, W. T. & Lin. C.Y. 2007. Application of fuzzy theory and PROMETHEE technique to evaluate suitable ecotechnology method: A case study in Shihmen Reservoir Watershed, Taiwan. ecological engineering 31. Pages 269–280.
10. Dixon, B. 2005. Applicability of neuro-fuzzy techniques in predicting ground-water vulnerability: a GIS-based sensitivity analysis Journal of Hydrology, 309: 17–38.
11. Sadiq, R., Rodriguez, M.J. & Tesfamariam, S. 2010. Integrating indicators for performance assessment of small water utilities using ordered weighted averaging (OWA) operators. Expert Systems with Applications, 37: 4881–4891.
12. Tuzkaya, G., Ozgen, A., Ozgen, D. & Tuzkaya. U.R. 2009. Environmental performance evaluation of suppliers: A hybrid fuzzy multi-criteria decision approach. Int. J. Environ. Sci. Tech., 6 (3): 477-490.

۱۳. آذر، عادل و علی رجب زاده، «تصمیم گیری کاربردی (رویکرد M.A.D.M)»، چاپ سوم، انتشارات نگاه دانش، ۱۳۸۸، ۱۸۳ ص.

14. Qin, X.S., Huang, G.H., Chakma. A., Nie, X.H. & Lin, Q.G. 2008. A MCDM-based expert system for climate-change impact assessment and adaptation planning _ A case study for the Georgia Basin, Canada. Expert Systems with Applications, 34: 2164–2179.
15. Lina, W.T., Tsaib, J.S., Linc, C.Y. & Huangd, P.H. 2008. Assessing reforestation placement and benefit for erosion control: A case study on the Chi-Jia-Wan Stream, Taiwan. Ecological Modelling, 2II:444–452.
16. Lotfi, S., Habibi, K., Koohsari, M.J., 2009, An Analysis of Urban Land Development Using Multi Criteria Decision Model and Geographical Information System (A Case Study of Babolsar City), American journal of environmental sciences, 5(1): 87-93.
17. Herrera, F. & Martinez L. 2000. An Approach for Combining Linguistic and Numerical Information Based on the 2-Tuple Fuzzy Linguistic Representation Model in Decision Making. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, Vol.8, No.5, 539-562.

www.SID.ir