تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/٤/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۱۱

نشریه مرتع و آبخیزداری
دوره ۶۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲

ارزیابی توان زیست‌محیطی سرزمین برای توسعهٔ کاربری مرتعداری (مطالعهٔ موردی: پارسل A حوزهٔ آبخیز سد قشلاق)

❖ **فضل‌الله احمدی میرقائد*:** دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه کردستان
❖ **بابک سوری:** استادیار گروه محیط زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه کردستان
❖ **مهتاب پیرباوقار:** استادیار گروه جنگل‌داری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه کردستان

چکیده

مراتع از جمله منابع طبیعی است که در تعامل بسیار زیاد با فعالیت‌های انسانی قرار دارد. به دلیل بهره‌برداری بیش از حد از مراتع کشور و نامساعدبودن وضعیتِ کنونیِ آن‌ها ضروری است در استفاده و بهره‌برداری از مراتع به توان زیست‌محیطیِ آن‌ها توجه شود. این پژوهش با هدف ارزیابی توان زیست‌محیطی سرزمین برای توسعهٔ کاربری مرتعداری، بر اساس روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری مکانی، انجام گرفت. بر این اساس، نخست از پارسل A حوزهٔ آبخیز سد قشلاق، منطقهٔ مطالعاتیِ این تحقیق، داده‌های زیست‌محیطی مورد نیاز تهیه شد و در محیط GIS نقشه‌سازی آن‌ها صورت پذیرفت. سپس، معیارهای مؤثر در ارزیابی توان زیست‌محیطی سرزمین برای توسعهٔ کاربری مرتعداری تعیین و با استفاده از روش AHP وزن‌دهی شد. پس از تحلیل قضاوت‌های کارشناسی و وزن‌دهی معیارها، لایه‌های اطلاعاتی معیار تهیه شد و بر اساس روش TOPSIS، تجزیه و تحلیل و همپوشانی آن‌ها در محیط GIS صورت گرفت. نتایج تحقیق نشان داد، با کاربردِ روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری مکانی در فرایند ارزیابی محیط زیست، می‌توان سرزمین را در دامنه‌ای از طبقات تناسب اراضی برای توسعهٔ کاربری‌ها طبقه‌بندی کرد. همچنین، مشخص گردید که برای توسعهٔ کاربری مرتعداری معیارهای فیزیکی سرزمین نسبت به دیگر عوامل اهمیت بیشتری دارد. ارزیابی منطقه برای توسعهٔ کاربری مذکور نیز نشان داد که مناسب‌ترین پهنه‌ها در شرق واقع شده است و نامناسب‌ترین آن‌ها در بخش‌هایی از مرکز، جنوب، و غرب حوزه.

واژگان کلیدی: ارزیابی سرزمین، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری مکانی، مرتعداری، AHP ، TOPSIS.

* نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۶۹۸۷۹۳۴۴ Email: f.ahmadi.m@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

مراتع یکی از مهم‌ترین و وسیع‌ترین اکوسیستم‌های طبیعی کشور است که در دهه‌های اخیر، به سبب عوامل متعدد، از جمله چرای بی‌رویه و نبود برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی مناسب برای بهره‌برداری و مدیریت آن، دچار وضعیت بحرانی شده است. این روند در مراتع کوهستانی، که به دلیل پستی و بلندی‌های زیاد و شیب‌های تند به‌سرعت در حال تغییر و به فرسایش تشدیدشونده، لغزش‌ها، و کاهش تنوع زیستی حساس است، بیشتر به چشم می‌خورد [۱، ۳، ۱۱].

برای بهره‌برداری پایدار از مراتع کشور شناسایی و ارزیابی توان اکولوژیک و اقتصادی- اجتماعی در قالب طرح آمایش سرزمین برای برنامه‌ریزی، تهیه و اجرای طرح مدیریتی ضروری است. با توجه به اینکه از روش‌های مختلفی در برنامه‌ریزی سرزمین می‌توان استفاده کرد، بنابراین، کاربرد روش‌های مناسب برای افزایش دقت و کارایی در تصمیم‌گیری و مدیریت سرزمین حائز اهمیت است [۱۸]. مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری مکانی[1] (MCDM) از جمله روش‌هایی هستند که در محدودهٔ وسیعی از مسائل مدیریتی منابع طبیعی کاربرد یافته‌اند. از ویژگی‌های این مدل‌ها می‌توان اشاره کرد به امکان تلفیق معیارهای متعدد و متضاد، ارزش‌گذاری کمّی معیارهای کیفی، دسته‌بندی معیارها، و ایجاد تصمیمات توجیه‌پذیر و منطقی در حل مشکلات مدیریتی [۸، ۱۷، ۲۱ ، ۲۷].

روش تحلیل سلسله‌مراتبی[2] (AHP) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری است که امکان ارزش‌گذاری کمّی معیارها و شاخص‌های تصمیم‌گیری را فراهم می‌سازد. اساس این روش را مقایسات زوجی معیارها تشکیل می‌دهد که بر اساس مقیاس نُه‌گانهٔ ساعتی انجام می‌شود [۱۰، ۱۳]. از دیگر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری می‌توان به روش مبتنی بر نقطهٔ ایده‌آل[3] (TOPSIS) اشاره کرد که بر پایهٔ انفکاک گزینه‌ها از نقطهٔ ایده‌آل است. در این روش محدودیت‌های یک هدف بر اساس نقاط ایده‌آل مثبت و منفی هر گزینه در محیط تصمیم‌گیری وارد می‌شود. همچنین، می‌توان رتبه‌بندی و اطلاعات کاملی دربارهٔ فاصلهٔ نسبی هر گزینه نسبت به نقطهٔ ایده‌آل به‌دست آورد [۹، ۲۰، ۲۵، ۲۷].

در تحقیقات گذشته، مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری در تلفیق با برنامه‌ریزی ریاضی برای تعیین ضریب ناسازگاری ریسک در امور کشاورزی به کار گرفته شد [۱۴]. در مطالعه‌ای از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری در تلفیق با سیستم‌های خبره[4] برای ارزیابی آثار تغییر اقلیم و طرح‌ریزی محیطی استفاده شد [۲۵]. طی تحقیقی دیگر مدل‌سازی مدیریت جنگل و منابع طبیعی بر اساس روش‌های MCDA[5] صورت پذیرفت [۲۱]. همچنین، با کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی، ارزش‌گذاری شاخص‌های مؤثر در ارزیابی زیست‌محیطی سرزمین برای توسعهٔ کاربری معدن زغال‌سنگ در غرب چین انجام گرفت [۲۸].

این پژوهش، با هدف کاربرد روش‌های تحلیل سلسله‌مراتبی و مبتنی بر نقطهٔ ایده‌آل در ارزش‌گذاری معیارهای مؤثر در ارزیابی توان اکولوژیکی و تناسب سرزمین و تلفیق لایه‌های اطلاعاتی، به منظور

1. Multi Criteria Decision Making
2. Analytical Hierarchy Process
3 .Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
4. expert system
5. Multi Criteria Decision Analysis

Archive of SID
www.SID.ir

پهنه‌بندی مناسب سرزمین برای توسعهٔ کاربری مرتعداری (چرای دام و برداشت علوفه) در پارسل A حوزهٔ آبخیز سد قشلاق انجام پذیرفت.

روش‌شناسی

منطقهٔ مطالعاتی

در این پژوهش پارسل A حوزهٔ آبخیز سد قشلاق، با مساحتی در حدود ۲۷ هزار هکتار واقع در استان کردستان و شمال شرقی شهر سنندج و در محدودهٔ مختصات جغرافیایی "۱۱ '۴۶ °۴۶ تا "۱۵ '۵۹ °۴۶ طول شرقی و "۵۹ '۲۴ °۳۵ تا "۵۳ '۳۷ °۳۵ عرض شمالی، منطقهٔ مطالعاتی انتخاب شد. از دلایل انتخاب این منطقه برای مطالعه می‌توان به تأثیرات زیاد آن بر دریاچهٔ سد قشلاق اشاره کرد که، به عنوان منبع آب آشامیدنی مناطق پایین‌دست، مکانی راهبردی در منطقه به‌شمار می‌آید (شکل ۱). حوزه، از نظر منابع آبی، دارای تعداد زیادی چشمه و دو رودخانهٔ دائمی است که از شمال و غرب منطقه سرچشمه می‌گیرند و به جنوب شرقی آن ختم می‌شوند. متوسط بارش سالیانهٔ منطقه ۴۶۴/۲ میلی‌متر و میانگین دمای سالیانه ۱۴٫۲ درجهٔ سانتی‌گراد است. بر اساس روش دومارتن، اقلیم منطقه در ردهٔ نیمه‌خشک قرار می‌گیرد. شمالی‌ترین نقطهٔ منطقه با ۲۸۶۱ متر و نقطهٔ خروجی حوزه با ۱۵۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا بلندترین و پست‌ترین نقاط ارتفاعی منطقه‌اند. منطقه، از نظر شیب، دارای سرازیری‌های تند است، به طوری که اغلب مساحت آن دارای شیب بیش از ۳۰ درصد است. از نظر جهت شیب، بیشتر دامنه‌های حوزه رو به سمت شرق است. خاک منطقه عمدتاً نیمه‌عمیق است با بافت غالب شنی لومی و دارای گروه هیدرولوژیکی B و C، رژیم رطوبتی زریک، و رژیم حرارتی مزیک؛ و در زیر رده‌های بزرگ خاک در گروه آنتی‌سول قرار می‌گیرد. حوزه از سنگ‌های آندزیتی، شیلی، و آهکی تشکیل شده و، از لحاظ ژئومورفولوژی، بیشتر سطح منطقه کوهستانی است. در منطقه، بیشتر اَشکال مختلف فرسایش آبی به سبب منابع آبی فراوان، توپوگرافی متفاوت، و نبود پوشش گیاهی مناسب در منطقه وجود دارد. پوشش گیاهی منطقه کلاً به صورت مرتعی است و فاقد گونه‌های درختی و درختچه‌ای. در حوزه پنج تیپ گیاهی غالب ـ *Astragalus spp.*، *Bromus tomentellus*، *Ferula haussknechtii*، *Psathyrostachys fragilis* و *Gundelia tournefortii* – مشاهده می‌شود. پوشش گیاهی مناطق شمالی، نسبت به جنوب حوزه، از تراکم بیشتری برخوردار است. وضعیت مراتع در جنوب حوزه از شرایط مناسبی برخودار نیست و دارای گرایش منفی است. کاربری‌های رایج در منطقه به‌ترتیب شامل مرتعداری، دیم‌کاری و کشاورزی آبی است که آن هم به صورت سنتی و با کارایی بسیار محدود انجام می‌پذیرد. در کل، ۱۴ روستا با ۷۷۲ خانوار و جمعیتی در حدود ۴۱۵۰ نفر در حوزه وجود دارد. میزان سواد در منطقه بسیار پایین است، به طوری که ۳۸۹۳ نفر از کل جمعیت حوزه زیرِ دیپلم‌اند و درصد بالایی از این تعداد نیز بی‌سوادند.

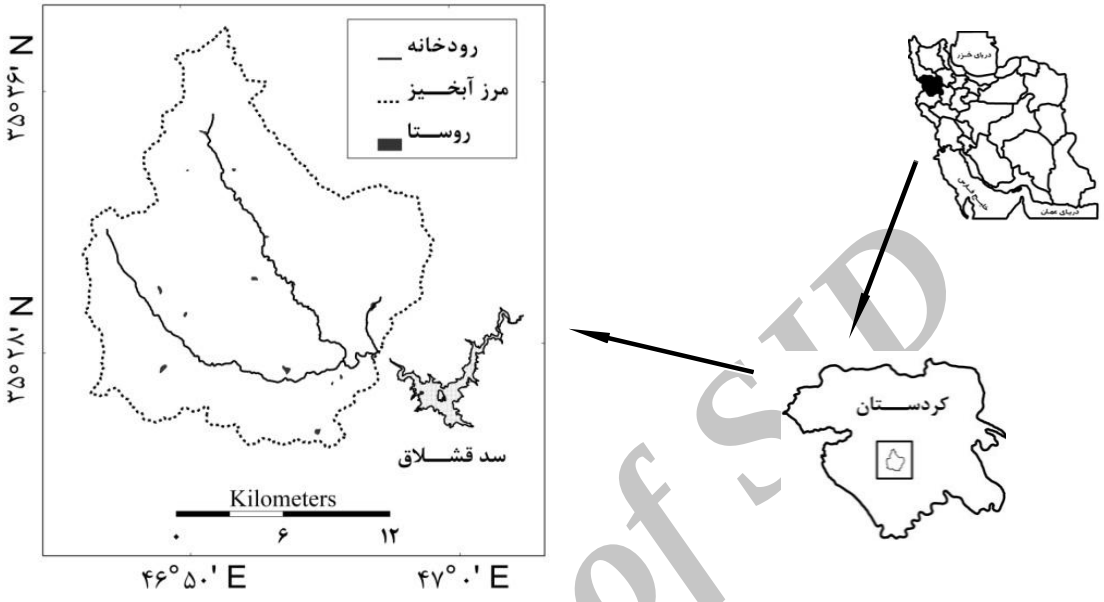
روش مقایسات زوجی

این روش در متن یک فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی در سال ۱۹۸۰ توسط ساعتی ارائه شد که در آن قضاوت‌ها به صورت مقایسات دو به دو انجام می‌شود. طی این روشْ وزن‌دهی معیارها در سه گام انجام می‌پذیرد:

گام اول، تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری: پس از تشکیل نمودار درختی معیارها، مقایسات زوجی

Archive of SID

معیارها، بر اساس یک مقیاس پایه‌ای، که مقادیر آن از ۱ تا ۹ متغیر است (جدول ۱)، انجام می‌شود.



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی پارسل A حوزهٔ آبخیز سد قشلاق

جدول ۱. ارزش‌گذاری متغیرهای زبانی [۲۶]

وضعیت مقایسهٔ دو معیار نسبت به همدیگر	اهمیت برابر	اهمیت متوسط	اهمیت قوی	اهمیت خیلی قوی	اهمیت فوق‌العاده قوی	اهمیت‌های بینابین
وزن یا ارزش	۱	۳	۵	۷	۹	۲، ۴، ۶ و ۸

گام دوم، محاسبهٔ وزن متغیرها: این مرحله شامل عملیات زیر است:

الف) ارزش‌های هر ستون از ماتریس با هم جمع می‌شوند.

ب) هر عنصر از ماتریس بر مجموع کل ستون آن تقسیم می‌شود (از ماتریس حاصل با عنوان ماتریس استاندارد یاد می‌شود).

ج) میانگین هندسی[1] (فرمول ۱) عناصر در هر ردیف از ماتریس استاندارد محاسبه می‌شود. عدد به‌دست‌آمده وزن نسبی معیار است.

$$A=\sqrt[n]{1*2*3*\ldots n} \quad \text{(۱)} \qquad \text{میانگین هندسی} \longrightarrow \quad A=\{1, 2, 3, \ldots, N\}$$

1. Geometric mean

Archive of SID
www.SID.ir

گام سوم، برآورد نسبت پایندگی یا سازگاری: در این مرحله برای تخمین میزان درستی و همچنین به حداقل رساندن میزان خطای قضاوت‌های کارشناسی عملیات زیر انجام می‌پذیرد:

الف) ضرب وزن نسبی هر معیار در ستون مربوطه از ماتریس اولیه.

ب) تجمیع ارزش‌ها در طول ردیف‌های ماتریس و ایجاد بردار مجموع وزنی[1].

ج) تقسیم بردار وزنی بر وزن معیارها برای ایجاد بردار پایندگی.

د) تعیین میزان λ که با میانگین‌گیری از ارزش‌های بردار پایندگی به‌دست می‌آید.

ه) محاسبهٔ شاخص ناسازگاری[2] (فرمول ۲).

و) محاسبهٔ میزان ناسازگاری[3] با این شرط که I.R.<0.1 باشد، در غیر این صورت قضاوت‌ها نادرست است و روند ارزش‌گذاری باید مجدداً انجام شود (فرمول ۳).

$$I.I.=\frac{\lambda-n}{n-1} \qquad (۲)$$

که در آن n تعداد معیار موجود در ماتریس است.

$$I.R.=\frac{I.I.}{I.I.R.} \qquad (۳)$$

که I.I.R.[4] نشان‌دهندهٔ شاخص ناسازگاری ماتریس‌های تصادفی است و در جدول ۲ به ده مورد از آن‌ها اشاره شده است [۱۳، ۲۴].

جدول ۲. شاخص ناسازگاری ماتریس‌های تصادفی [۱۳]

ماتریس n بعدی	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
I.I.R.	۰	۰	۰٫۵۸	۰٫۹	۱٫۱۲	۱٫۲۴	۱٫۳۲	۱٫۴۱	۱٫۴۵	۱٫۴۵

روش مبتنی بر نقطهٔ ایده‌آل

این روش یکی از روش‌های چندشاخصهٔ تصمیم‌گیری است که روند اجرای آن در محیط GIS[5] شامل مراحل زیر است:

الف) تعریف معیارها و تهیهٔ نقشه‌های معیار.

ب) استانداردسازی نقشه‌ها بر اساس روش مبتنی بر ارزش حداکثر.

ج) تعیین وزن (W_j) اختصاص‌یافته به هر معیار به شرطی که مجموع اوزان باید به صورتی باشد که $0\le W_j\le 1$ و $\sum_j W_j=1$.

د) ضرب اوزان هر معیار در لایهٔ استاندارد مربوطه و ایجاد نقشهٔ استاندارد وزنی. در این مرحله هر سلول یا پلی گون از لایهٔ ایجادشده دارای ارزش استانداردشدهٔ وزنی (V_{ij}) خواهد بود.

ه) تعیین ارزش حداکثر (V_{+j}) و حداقل (V_{-j}) در رابطه با هر یک از لایه‌های نقشهٔ استانداردشدهٔ وزنی تا از این طریق نقاط ایده‌آل مثبت و منفی تعیین شوند.

و) محاسبهٔ فاصلهٔ بین نقاط ایده‌آل مثبت و منفی با هر گزینه (S_i) بر اساس متریک فاصلهٔ اقلیدسی (مستقیم‌الخط) که برای این مرحله از روابط ۴ و ۵ استفاده شد.

$$S_{i+}=\left[\sum_j\left(V_{ij}-V_{+j}\right)^2\right]^{0.5} \qquad (۴)$$

برای تعیین فاصلهٔ ایده‌آل مثبت

1. Weighted Sum Vector
2. Inconsistency Index
3. Inconsistency Ratio
4. Inconsistency Index of Random Matrix
5. Geographical Information System

Archive of SID
www.SID.ir

$$S_{i+}=\left[\sum_j (V_{ij}-V_{-j})^2\right]^{0.5} \quad (۵)$$ برای تعیین فاصلهٔ ایده‌آل منفی

ژ) محاسبهٔ نزدیکی نسبی هر گزینه به نقطهٔ ایده‌آل (C_{i+}) مطابق با فرمول (۶):

$$C_{i+}=\frac{S_{i+}}{S_{i+}+S_{i-}} \quad (۶)$$

به شرطی که $0< C_{i+}<1$ باشد. هر اندازه یک گزینه به نقطهٔ ایده‌آل نزدیک‌تر باشد C_{i+} به سمت ۱ میل می‌کند.

ر) گزینه‌ها بر حسب یک ترتیب نزولی از C_{i+} رتبه‌بندی می‌شوند؛ گزینه‌ای که دارای بالاترین ارزش باشد بهترین گزینه است [۶، ۲۰].

نحوهٔ تهیه و آماده‌سازی لایه‌های اطلاعاتی

در این پژوهش داده‌های منابع اکولوژیکی (شکل زمین، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، هیدرولوژی، فرسایش، اقلیم و آب و هوا و پوشش گیاهی) منطقهٔ مطالعاتی طی بازدیدهای میدانی و همچنین استفاده از اطلاعات موجود در ارگان‌های دولتی استان کردستان (ادارات کل منابع طبیعی، حفاظت محیط زیست، هواشناسی، جهاد کشاورزی و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی) تهیه شد، سپس، رقومی‌سازی آن‌ها در محیط نرم‌افزاری Arc GIS 9.2 در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ صورت پذیرفت. داده‌های منابع اقتصادی- اجتماعی منطقه (اراضی، زیرساخت‌ها، منابع انرژی و سودرسانی، جمعیت، اشتغال، و آگاهی) با استفاده از روش پرسش‌نامه‌ای حضوری از مراکز بهداشتی- درمانی و شوراهای محلی روستاهای منطقه جمع‌آوری شد و پس از تجزیه و تحلیل در محیط Excel 2007 و تعمیم نتایج به نقشهٔ زیرحوزه‌های هیدرولوژیکی حاصل از روی‌هم‌گذاری نقشه‌های توپوگرافی و هیدروگرافی منطقه لایه‌های رقومی آن‌ها تولید شد. از مهم‌ترین توابع GIS مورد استفاده برای نقشه‌سازی داده‌ها در این مطالعه می‌توان اشاره کرد به توابع رقومی‌سازی[1]، باز طبقه‌بندی[2]، زمین مرجع‌سازی[3]، ایجاد حاشیه[4]، روی‌هم‌گذاری[5]، و توابع محاسبات[6]. مهم‌ترین ابزار و مواد مورد استفاده برای تهیهٔ داده‌ها شامل موارد ذیر بود:

- نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ منطقهٔ سازمان نقشه‌برداری کشور به شماره‌های I 5360 سنندج و II 5361 باینچوب؛
- نقشه‌های کاغذی و داده‌های توصیفی گزارش‌های مطالعات تفصیلی- اجرایی طرح آبخیزداری پارسل A حوزهٔ آبخیز سد قشلاق؛
- نقشه‌های قابلیت کاربری اراضی و پوشش گیاهی ۱:۲۵۰۰۰۰ استان کردستان؛
- نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ کشور؛
- داده‌های آماری ایستگاه‌های هواشناسی منطقه؛
- داده‌های اقتصادی- اجتماعی مراکز آماری استان کردستان.

روشِ تحقیق

در این پژوهش، پس از انتخاب پارسل A حوزهٔ آبخیز سد قشلاق، به عنوان منطقهٔ مطالعاتی، داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز تهیه شد، سپس، رقومی‌سازی و تصحیحات لازم روی آن‌ها در محیط GIS انجام گرفت. در مرحلهٔ بعد، معیارهای مؤثر در ارزیابی توان اکولوژیک و تناسب سرزمین برای توسعهٔ

1. digitizer
2. reclassification
3. geocoding
4. buffer
5. overlay
6. scaler

Archive of SID
www.SID.ir

کاربری مرتعداری در بخش‌های فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی، و اجتماعی، بر اساس آرای کارشناسی و منابع کتابخانه‌ای، تعیین شد [۲، ۴، ۵، ۷، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۱۹، ۲۲]. بر اساس روش تحلیل سلسله‌مراتبی، نخست ساختار سلسله‌مراتبی معیارها در چهار سطح تشکیل شد که به‌ترتیب عبارت‌اند از هدف، معیارهای اصلی، زیرمعیارها، و شاخص‌های تصمیم‌گیری. سپس، بر اساس ساختار تعیین‌شده ماتریس‌های مقایسات زوجی معیارها مشخص شد و طی پرسش‌نامه‌هایی بر اساس آرای دوازده کارشناس (استادان و کارشناسان دانشگاه کردستان در تخصص‌های مختلف مرتبط با موضوع تحقیق) و بر مبنای مقیاس نُه‌گانهٔ ساعتی تکمیل شد. پس از جمع‌آوری، تصحیح، و تعدیل قضاوت‌ها و سلایق شخصی کارشناسان در وزن‌دهی معیارها، بر اساس میزان ناسازگاری قضاوت‌ها (کمتر از ۰٫۱)، میانگین هندسی دیدگاهِ آنان برای وزن‌دهی مورد توجه قرار گرفت. سپس، ماتریس‌های تکمیل‌شده در محیط نرم‌افزاری Expert Choice 11 برای تعیین اوزان نسبی معیارها در چهار سطح ساختار سلسله‌مراتبی تحلیل شد و تصمیم‌گیری بر اساس اوزان نهایی شاخص‌های سطح چهارم ساختار سلسله‌مراتبی معیارها انجام گرفت که وزن نهایی هر شاخص با ضرب اوزان نسبی سطوح دوم و سوم در سطح چهارم به‌دست آمد. در مرحلهٔ بعد، برای همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی روش TOPSIS مدنظر قرار گرفت که بر این اساس نخست اوزان طبقات هر شاخص به لایهٔ اطلاعاتی مربوطه برای ایجاد نقشه‌های معیار تعمیم داده شد. با استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی وزن‌دهی‌شده، وزن هر شاخص در لایهٔ مربوطه ضرب شد و با تعیین ارزش‌های حداکثر و حداقل هر لایه فاصلهٔ آن‌ها از نقطهٔ ایده‌آل محاسبه شد. سپس، با همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی و تحلیل ارزش‌های فاصله‌ای مثبت و منفی معیارها از نقطهٔ ایده‌آلْ نزدیکی نسبی هر گزینه به نقطهٔ ایده‌آل به‌دست آمد و بر اساس ارزش‌های به‌دست‌آمده طبقه‌بندی پهنه‌ها در پنج کلاس صورت گرفت. روند کلی اجرای پژوهش مطابق با شکل ۲ است.

نتایج

پس از تعیین معیارهای مؤثر در ارزیابی توان زیست‌محیطی سرزمین برای توسعهٔ کاربری مرتعداری، چهار معیار اصلی- فیزیکی، بیولوژیکی، اقتصادی، و اجتماعی- در سطح دوم، چهارده زیرمعیار در سطح سوم، و سی‌وشش شاخص در سطح چهارم ساختار سلسله‌مراتبی قرار گرفت. اوزان نسبی به‌دست‌آمده برای معیارهای اصلی و زیرمعیارها در جدول ۳ نشان داده شده است. همچنین، اوزان نهایی شاخص‌های تصمیم‌گیری، که با ضرب اوزان نسبی معیارهای سطح دوم و سوم نمودار سلسله‌مراتبی در سطح چهارم به‌دست آمد، در جدول ۴ مشخص شده است. میزان ناسازگاری کلی برابر ۰٫۰۴ به‌دست آمد که، با توجه به مقدار استاندارد آن، که کمتر از ۰٫۱ است، میزانی پذیرفتنی است و نشان‌دهندهٔ درستی مقایسات زوجی معیارها و تعدیل قضاوت‌های شخصی کارشناسان است. همچنین، پس از همپوشانی لایه‌های اطلاعاتی وزن‌دهی‌شده، بر اساس روش TOPSIS، نقشهٔ نهایی توان زیست‌محیطی منطقه برای توسعهٔ کاربری مرتعداری به‌دست آمد که در پنج کلاس طبقه‌بندی شد (شکل ۳). مساحت و اوزان استانداردشدهٔ اختصاص‌یافته به هر طبقه نیز در جدول ۵ مشخص شده است. بر

Archive of SID

www.SID.ir

اساس نقشهٔ به‌دست‌آمده مشخص شد که بیشتر سطح منطقه، از جمله مناطق مرکزی، جنوب، و غرب حوزه، دارای توان نامناسبی برای توسعهٔ کاربری مرتعداری است، در حالی که مناطق شرقی دارای مطلوب‌ترین توان برای توسعهٔ کاربری مرتعداری‌اند.

شکل ۲. روند اجرای پژوهش

www.SID.ir

نشریه مرتع و آبخیزداری، دورهٔ ۶۶، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، صفحه ۳۲۱ تا ۳۳٤

جدول ۳. اوزان نسبی تعیین‌شده برای معیارها و زیرمعیارها بر اساس روش AHP

معیار	وزن نسبی	میزان ناسازگاری	زیرمعیار	وزن نسبی	میزان ناسازگاری
فیزیکی	۰٫۴۵۵	۰٫۰۳	شکل زمین	۰٫۱۰۷	۰٫۰۴
			خاک‌شناسی	۰٫۰۷۵	
			زمین‌شناسی	۰٫۰۳۸	
			هیدرولوژی	۰٫۳۱۹	
			فرسایش	۰٫۰۵۹	
			اقلیم و آب و هوا	۰٫۴۰۲	
بیولوژیکی	۰٫۳۲		پوشش گیاهی	۱	۰
اقتصادی	۰٫۱۳۹		اراضی	۰٫۵۷۵	۰٫۰۴
			زیرساخت‌ها	۰٫۲۱۱	
			منابع انرژی	۰٫۱۳۳	
			منابع سودرسانی	۰٫۰۸۱	
اجتماعی	۰٫۰۸۶		جمعیت	۰٫۱۶۳	۰٫۰۰۸
			اشتغال	۰٫۲۹۷	
			آگاهی	۰٫۵۴	

جدول ۴. اوزان تعیین‌شده برای شاخص‌های تصمیم‌گیری بر اساس روش AHP

زیرمعیار	شاخص تصمیم‌گیری	وزن نسبی	وزن نهایی	میزان ناسازگاری
شکل زمین	ارتفاع	۰٫۱۳۷	۰٫۰۰۶۷	۰٫۰۲
	شیب	۰٫۶۲۵	۰٫۰۳۰۴	
	جهت شیب	۰٫۲۳۸	۰٫۰۱۱۶	
خاک‌شناسی	بافت خاک	۰٫۳۹۵	۰٫۰۱۳۵	۰٫۰۲
	عمق خاک	۰٫۱۹۸	۰٫۰۰۶۸	
	گروه هیدرولوژیکی خاک	۰٫۱۶۸	۰٫۰۰۵۷	
	رطوبت خاک	۰٫۲۳۹	۰٫۰۰۸۲	

Archive of SID

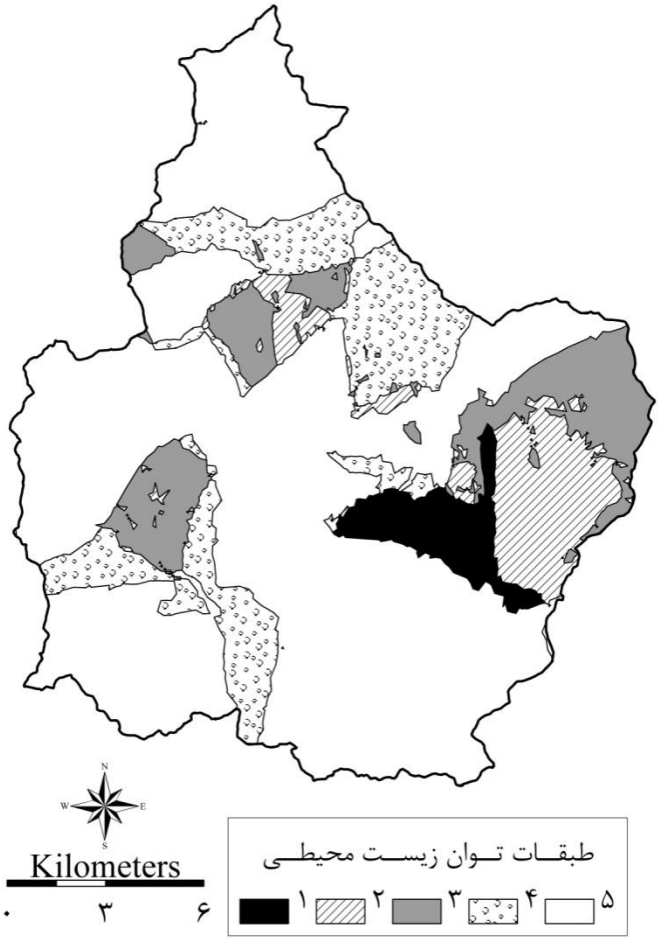
www.SID.ir

ادامهٔ جدول ۴. اوزان تعیین‌شده برای شاخص‌های تصمیم‌گیری بر اساس روش AHP

زیر معیار	شاخص تصمیم گیری	وزن نسبی	وزن نهایی	نرخ ناسازگاری
زمین‌شناسی	نوع سنگ بستر	۰٫۱۶۹	۰٫۰۰۳	۰٫۰۲
	حساسیت سنگ‌ها به فرسایش	۰٫۳۸۸	۰٫۰۰۶۷	
	زمین‌لغزش	۰٫۴۴۳	۰٫۰۰۷۷	
هیدرولوژی	دبی زیرحوزه	۰٫۸	۰٫۱۱۶۱	۰
	میزان گل‌آلودگی	۰٫۲	۰٫۰۲۹	
اقلیم و آب و هوا	نوع اقلیم	۰٫۳۰۸	۰٫۰۵۶۳	۰
	میانگین بارش سالیانه	۰٫۶۱۵	۰٫۱۱۲۵	
	میانگین دمای سالیانه	۰٫۰۷۷	۰٫۰۱۴۱	
فرسایش	نوع فرسایش	۰٫۶۶۷	۰٫۰۱۷۹	۰
	شدت فرسایش	۰٫۳۳۳	۰٫۰۰۸۹	
پوشش گیاهی	تیپ گیاهی	۰٫۰۶۵	۰٫۰۲۰۸	۰٫۰۶
	تراکم گیاهی	۰٫۴۲۹	۰٫۱۳۷	
	وضعیت مراتع	۰٫۱۹۵	۰٫۰۶۲۴	
	گرایش مراتع	۰٫۱۹۵	۰٫۰۶۲۴	
	وضعیت زادآوری گونه‌های مرتعی	۰٫۱۱۶	۰٫۰۳۷۱	
اراضی	کاربری فعلی اراضی	۰٫۶۶۷	۰٫۰۵۳۳	۰
	تیپ اراضی	۰٫۳۳۳	۰٫۰۲۶۶	
زیرساخت‌ها	حریم راه	۰٫۶۶۷	۰٫۰۱۹۶	۰
	حریم اماکن مسکونی	۰٫۳۳۳	۰٫۰۰۹۸	
منابع انرژی	حریم منابع آبی	۰٫۷۵	۰٫۰۱۴	۰
	دسترسی به امکانات رفاهی	۰٫۲۵	۰٫۰۰۴۶	
منابع سودرسانی	میزان درآمد	۰٫۷۵	۰٫۰۰۸۴	۰
	پراکندگی دام در هکتار	۰٫۲۵	۰٫۰۰۲۸	
جمعیت	تراکم جمعیت در هکتار	۰٫۲۵	۰٫۰۰۳۵	۰
	جمعیت سنی ۱۵ تا ۶۵ سال	۰٫۷۵	۰٫۰۱۰۵	
آگاهی	تعداد شاغلان	۰٫۲۵	۰٫۰۰۶۴	۰
	میزان بیکاری	۰٫۷۵	۰٫۰۱۹۲	
اشتغال	میزان باسوادی	۰٫۸	۰٫۰۳۷۲	۰
	میزان بی‌سوادی	۰٫۲	۰٫۰۰۹۳	

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳. نقشهٔ توان زیست‌محیطی پارسل A حوزهٔ آبخیز سد قشلاق برای توسعهٔ کاربری مرتعداری بر اساس روش TOPSIS

جدول ۵. مساحت و اوزان اختصاص‌یافته به طبقات توان زیست‌محیطی منطقه برای توسعهٔ کاربری مرتعداری

توان زیست‌محیطی		مساحت		محدودهٔ اوزان استانداردشده
کد	طبقات	هکتار	(٪)	
۱	مناسب	۱۰۲۸	۳٫۸	۱–۰٫۸۷
۲	نسبتاً مناسب	۲۱۱۳	۷٫۸	۰٫۸۷–۰٫۷۵
۳	متوسط	۲۹۳۹	۱۱	۰٫۷۵–۰٫۶۲
۴	کم	۳۸۹۳	۱۴٫۴	۰٫۶۲–۰٫۴۹
۵	نامناسب	۱۶۹۸۴	۶۳	۰٫۴۹>

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که توسعهٔ کاربری مرتعداری در منطقه با محدودیت نسبتاً بالایی، به‌ویژه در مناطق مرکزی، جنوب، و غرب حوزه، مواجه است؛ در مناطق مرکزی وجود گسل و لغزش که خود عاملی در جهت افزایش فرسایش، تخریب خاک، و حساسیت اکوسیستم‌های

Archive of SID
www.SID.ir

سرزمین به‌شمار می‌رود و همچنین تراکم بالای جمعیت انسانی در مناطق جنوبی و غربی از جمله عوامل ایجاد این محدودیت است. همچنین، نوع پوشش گیاهی و وضعیت ضعیف مراتع در این مناطق، به دلیل هجوم گونه‌های مرتعی مهاجم، عامل دیگری در افزایش محدودیت توسعهٔ کاربری مرتعداری است. بنابراین، توسعهٔ کاربری حفاظت، جلوگیری از چرای بی‌رویهٔ دام‌ها، اجرای طرح‌های آموزشی برای افزایش دانش بهره‌وران محلی، ترویج فرهنگ استفاده از منابع طبیعی، مدیریت بهتر مدیران منابع طبیعی و محیط زیست، احیای مراتع به وسیلهٔ کوددهی و بذرپاشی برای بازسازی منابع این مناطق، و جلوگیری از تخریب محیط زیست ضروری و حائز اهمیت است. در تحقیقی که در حوزهٔ آبخیز کوه‌دشت لرستان صورت پذیرفت، به راهکارهای مذکور برای جلوگیری از تخریب محیط زیست اشاره شده است [۱۶]. در مطالعه‌ای دیگر نیز نتایج نشان داد که ضروری است مناطق با پوشش گیاهی کم یا ضعیف به حفاظت یا چرای حیات وحش اختصاص داده شود [۲۲].

بر اساس نتایج وزن‌دهی نیز معلوم شد که پارامترهای فیزیکی سرزمین، از جمله شیب، بافت خاک و میزان آب موجود در سرزمین، و همچنین معیار بیولوژیکی تراکم پوشش گیاهی در توسعهٔ کاربری مرتعداری، نسبت به دیگر معیارها، در رتبهٔ بالاتری قرار می‌گیرد. همچنین، وضعیت این پارامترها در افزایش یا کاهش سود و هزینهٔ توسعهٔ کاربری مرتعداری تأثیر زیادی دارد. نتایج مطالعات قبلی نیز حاکی از آن است که در مناطق کوهستانی پارامترهای فیزیکی سرزمین، از جمله شیب، و در مناطق دشتی و تراس‌های اطراف رودخانه‌ها بافت و عمق خاک و میزان آب در پوشش گیاهی تأثیر می‌گذارد [۲۳]. با توجه به اینکه در توسعهٔ کاربری مرتعداری نوع و ویژگی‌های پوشش گیاهی، به عنوان یک جزء بیولوژیکی سرزمین، حائز اهمیت است، نسبت به معیارهای اقتصادی و اجتماعی، ارزش بیشتری را به خود اختصاص داده است. از محدودیت‌های اقتصادی و اجتماعی منطقه می‌توان اشاره کرد به میزان درآمد کم، نبود راه‌های مناسب دسترسی، شمار زیادِ جمعیت، و درصد بالای کم‌سوادی.

این تحقیق نشان داد کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی برای ارزش‌گذاری معیارهای کیفی بسیار سودمند است، به شرطی که فرایند مقایسهٔ زوجی معیارها بر اساس آرای کارشناسی انجام شود. همچنین، طی این روش می‌توان تحلیل سیستمی و جزء به جزء طیف وسیعی از معیارهای تصمیم‌گیری را به‌آسانی و با انعطاف زیاد انجام داد. از سوی دیگر، محدودیت‌های تصمیم‌گیری را می‌توان با استفاده از روش TOPSIS در تصمیم‌گیری وارد کرد که طی این روش می‌توان از فاصلهٔ نسبی هر گزینه نسبت به نقطهٔ ایده‌آل رتبه‌بندی کاملی به‌دست آورد؛ بدین ترتیب، بر میزان صحت و دقت تصمیمات نهایی در ارزیابی سرزمین افزوده خواهد شد. در نهایت، مشخص شد که مدل‌های MCDM برای تصمیم‌گیری در زمینهٔ طرح‌ریزی و مدیریت منابع طبیعی و زیست‌محیطی چارچوب مناسبی فراهم می‌سازند، زیرا این مدل‌ها ذاتاً قاعده‌ای مناسب برای ارتباط بین معیارهای کیفی و کمّی ارائه می‌دهند که بر اساس آن ارزش و جایگاه هر معیار در تصمیم‌گیری مشخص می‌شود.

نتایج تحقیقات گذشته نیز نشان داد که مدل‌های MCDM در تلفیق با GIS ابزاری مناسب، ساده، و انعطاف‌پذیر برای تصمیم‌گیری در مدیریت سرزمین فراهم می‌سازند [۱۰]. همچنین، مدل‌های چندمعیاری

Archive of SID

www.SID.ir

کاربرد وسیعی در رتبه‌بندی مسائل و معیارهای تصمیم‌گیری دارند، بنابراین، با کاربرد آن‌ها می‌توان در آمایش سرزمین و مدیریت آبخیز محدودیت‌های توسعهٔ کاربری را مشخص نمود [۸]، ضمن آنکه روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاری امکان تلفیق متغیرهای ناهمگن، متضاد، و ناسازگار در تصمیم‌گیری را به‌سادگی فراهم می‌سازند و تلفیق این روش‌ها با سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) پتانسیل زیادی را در تجزیه و تحلیل داده‌ها، هدفمندکردن و منطقی‌بودن تصمیمات نهایی در مدیریت منابع فراهم خواهد آورد و تا حدود زیادی از خطاهای تصمیم‌گیری کاسته می‌شود، به شرطی که داده‌های ورودی به سیستم از دقت و صحت قابل قبول برخوردار باشد [۲۱، ۲۵].

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از استادان و کارشناسان محترم دانشگاه کردستان و همچنین مسئولان و کارشناسان محترم ادارات کل منابع طبیعی، حفاظت محیط زیست، هواشناسی، جهاد کشاورزی، و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان سنندج به دلیل مساعدت در تهیهٔ اطلاعات و تدوین این تحقیق ابراز می‌دارند.

References

[1]. Ahmadi, A. and Sanadgol, A.A. (2007). The effect of balanced grazing on the range condition improvement and animal productions in Salmas Goladam research station. *Iranian journal of range and desert research*, 14(1(26)), 80-87.

[2]. Arzani, H. and Abedi, M. (2004). Investigation of effect management on variation rangeland health and determing index. *Research of Range and Desert Journal*, 13(2), 145-161.

[3]. Arzani, H., Abedi, M., Shahriari, E. and Ghorbani, M. (2007). Investigation of soil surface indicators and rangeland functional attributes by grazing intensity and land cultivation (case study: Orazan Taleghan). *Iranian journal of range and desert research*, 14(1(26)), 68-79.

[4]. Arzani, H., Azarnivand, H., Mehrabi, A.A., Nikkhah, A. and Fazel Dehkordi, L. (2005). The minimum rangeland area required for pastoralism in Semnan province. *Pajouhesh & Sazandegi*, No. 74, 107-113.

[5]. Ayoubi, Sh. and Jalalian, A. (2006). Land Evaluation (Agriculture and Natural Resources). Isfehan university and technology press, 396p.

[6]. Azar, A., and Rajabzadeh, A. (2009). Applied Decision Making (M.A.D.M. approach). Negah Danesh press, 183p.

[7]. Badjian1, G. R., Ismail, D., Mehrabi, A.A. and Shahwahid, M. (2007). Effect of forage resources rangeland and cropland) management on livestock production of settled nomads in the Bakkan Region. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, Vol. 13 No. (4), 347-358.

[8]. Chang, C.L. and Hsu, C.H. (2009). Multi-criteria analysis via the VIKOR method for prioritizing land-use restraint strategies in the Tseng-Wen reservoir watershed. *Journal of Environmental Management*, 90, 3226–3230.

[9]. Chen, J.K. and Chen, I.S. (2010). Using a novel conjunctive MCDM approach based on DEMATEL, fuzzy ANP, and TOPSIS as an innovation support system for Taiwanese higher education. Expert Systems with Applications, 37, 1981–1990.

[10]. Chen, Y.C., Lien, H.P. and Tzeng, G.H. (2010). Fuzzy MCDM approach for selecting the best environment-watershed plan. *Applied Soft Computing Journal*, doi:10.1016/j.asoc.2009.11.017.

[11]. Gharahdaghi, H., Arzani, H., Ebrahimzadeh, H., Ghnadha, M.R. and Baghestani Meybbodi, N.

Archive of SID

www.SID.ir

(2007). Seasonal variation of total nonstructural carbohydrates in three perennial and desirable grasses at the Ploor summer rangelands. *Iranian journal of range and desert research*, 14(1(26)), 19-32.

[12]. Ghelichnia, H., Heshmati, G.A. and Chaichi, M.R. (2007). The compare of assessment rangeland condition with soil properties method and 4 factors method in shrublands of Golestan National Park. Pajouhesh & Sazandegi, No:78, 41-50.

[13]. Ghodsypour, S.H. (2009). Analytical Hierarchy Process, 5ed Edition, Amirkabir University of Technology (Tehran Polytechnic) Press, 220p.

[14]. Gomez-Limon, J.A., Arriaza, M. and Riesgo, L. (2003). An MCDM analysis of agricultural risk aversion. European Journal of Operational Research, 151, 569–585.

[15]. Heshmati, Gh. A., Azimi, M. S. and Ashouri, P. (2010). Assessment of Structural Characteristics of Fertilized Patch in Rangeland Ecosystems (Case Study: Ghareh Ghir and Maraveh Tapeh Rangelands of Golestan Province). Journal of Range and Watershed Management, *Iranian Journal of Natural Resources*, Vol. 63, No. 3, 319-329.

[16]. Karamian, R., Payamani, K. and Ownegh, M. (2008). Preparation of strategic plan for the watershed of Koohdasht in Lorestan by using land use planning process. *Journal of agriculture science and natural recourses*, 15(2), 183-192.

[17]. Lee, K.S. and Chung, E.S. (2007). Development of integrated watershed management schemes for an intensively urbanized region in Korea. *Journal of Hydro-environment Research*, 1, 95e109.

[18]. Makhdoum, M.F. (2005). Fundamental of Land use Planning, 6ed Edition, University of Tehran Press, 285p.

[19]. Makhdoum, M.F., Darvishsefat, A.A., Jafarzadeh, H. and Makhdoum, A.F. (2004). Environmental Evaluation and Planning By Geographic Information System. University of Tehran press, 303p.

[20]. Malczewski, J. (1999). GIS and Multicriteria Decision Analysis, New York, Wiley & Sons, 414p.

[21]. Mendoza, G.A. and Martins, H. (2006). Multicriteria Decision Analysis in Natural Resource Management: A Critical Review of Methods and New Modeling Paradigms. For. Ecol. Manage, 230, 1-22.

[22]. Mirdavoodi, H., Zahedipour, H., Moradi, M. and Goodarzi, G. (2008). Determination of agricultural and rangeland ecological capability of Markazi using GIS. *Iranian journal of Range and Desert Reseach*, Vol. 15 No. (2), 242-255.

[23]. Mohammadi Golrang, B., Kazemi, M. and Mashayekhi, M. (2007). Rangeland evaluation using geographical information system (GIS). 1th Urban GIS conference, (http://www.civilica.com/Paper-CUG01-CUG01_051.html).

[24]. Neaupane, K.M. and Piantanakulchai, M. (2006). Analytic network process model for landslide hazard zonation. Engineering Geology, 85, 281–294.

[25]. Qin, X.S., Huang, G.H., Chakma. A., Nie, X.H. and 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.

[26]. Saaty, T.L. (1980). The Analytical Hierarchy Process, Planning Priority, Resource Allocation. RWS Publications, USA.

[27]. Shih, H.S. (2008). Incremental analysis for MCDM with an application to group TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 186, 720–734.

[28]. Si, H., Bi, H., Li, X. and Yang, C. (2010). Environmental evaluation for sustainable development of coal mining in Qijiang, Western China. *International Journal of Coal Geology*, 81, 163–168.

Archive of SID

www.SID.ir