علـوم محـیـطی سال هشتم ، شماره اول، پاییـز ۱۳۸۹
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.8, No.1, Autumn 2011
۸۵ -۱۰۶

مدلسازی حفاظتی منطقه حفاظت‌شده مانشت و قلارنگ با استفاده از منطق فازی

مهدی قدیمی[۱]، سید محسن حسینی[۲*]، حمیدرضا پورقاسمی[۳]، حمیدرضا مرادی[۴]

۱- *دانشجوی کارشناسی ارشد محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور.*
۲- *گروه جنگل، دانشکده منابع‌طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور .*
۳- *دانش‌آموخته کارشناس ارشد آبخیزداری، دانشکده منابع‌طبیعی و علوم‌دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور.*
۴- *گروه آبخیزداری، دانشکده منابع‌طبیعی و علوم‌دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور.*

چکیده

پهنه‌بندی در مدیریت مناطق حفاظت شده، راهکاری است که از طریق آن تعارضات مناطق حفاظت‌شده کاهش یافته و فرصت لازم برای اتخاذ تدابیر مورد نیاز فراهم می‌شود. تحقیق حاضر با هدف مدلسازی و پهنه‌بندی منطقه حفاظت شده مانشت و قلارنگ ایلام به وسعت ۳۳ هزار هکتار به منظور دستیابی به الگوی بهینه حفاظت با استفاده از منطق فازی به انجام رسیده است. به این منظور ابتدا با مطالعات میدانی به شناخت و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به عواملی که در حفاظت نقش موثری دارند پرداخته شد، سپس با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فاکتورهای موثر الویت‌بندی گردیدند. بررسی‌های حاصله نشان داد که خصوصیات شیب، خاک، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، فرسایش، کاربری اراضی و فاصله از آبراهه بالاترین وزن را به خود اختصاص داده و بنابراین از عوامل اصلی مؤثر در حفاظت منطقه به شمار می‌آیند. داده‌های مذکور در فرمت‌های برداری و رستری در محیط نرم‌افزار ILWIS ذخیره و برای انجام تحلیل‌های مبتنی بر تئوری مجموعه‌های فازی مورد استفاده قرار گرفت. تحلیل‌های فازی با استفاده از نرم‌افزارIDRISI و پس از تعیین مقادیر و توابع عضویت فازی صورت گرفت. در این تحقیق از اپراتورهای فازی مختلفی همچون Sum، Product و Gamma استفاده گردید. نتایج نشان داد اپراتور فازی گاما با مقدار $\lambda = 0.975$ بیشترین دقت را در مدلسازی حفاظتی منطقه مورد مطالعه دارد.

کلیدواژه‌ها: منطقه حفاظت شده، پهنه‌بندی حفاظتی، منطق فازی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، مانشت و قلارنگ.

Protection Modeling of Manesht and Ghalarang Protected Areas Using Fuzzy logic

Mehdi Ghadimi[1], Seyed Mohsen Hosseini[2*], Hamid-Reza Pourghasemi[3], Hamid-Reza Moradi[4]

1- M.Sc. Student, Environment Management Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, University of Tarbiat Modares, Noor City, Mazandaran Province, Iran.
2- Department of Forest Management Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, University of Tarbiat Modares, Noor City, Mazandaran Province, Iran.
3- M.Sc. Graduated Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, University of Tarbiat Modares, Noor City, Mazandaran Province, Iran.
4- Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, University of Tarbiat Modares, Noor City, Mazandaran Province, Iran.

Abstract

Zoning in the management area of protected areas through the resolution of conflicts has decreased protected areas and necessary measures will need to be provided. The study area of this research was chosen with the aim of modeling and zoning Manesht and Ghalarang protected area with an area of 33000 ha in Ilam Province. In order to obtain the optimal protection model, fuzzy logic has been employed. For this purpose, field studies to identify and collect information were initially conducted. All the factors that have an effective role in protecting were collected and then analyzed using an analytical hierarchical process and the priority factors were classified. This study showed that the characteristics of slope, soil, geology, vegetation, erosion, land use and distance from the channel or river are related to the highest weight assigned to and therefore the main factor in effective protection in the region. These data were saved in the raster and vector format in ILWIS software and analysis based on Fuzzy set theory was used. Fuzzy analysis using the IDRISI software was made to determine the values and membership functions. In this study, different fuzzy operators such as Sum, Product and Gamma were used. The results showed that the fuzzy gamma operator with $\lambda = 0.975$ provided the highest value of modeling accuracy of the study area protection.

Keywords: Protection area, Protective zones, Fuzzy logic, GIS, Manesht and Ghalarang.

* Corresponding author. *E-mail Address*: hosseini@europe.com

مقدمه

سیر فزاینده تخریب طبیعت که به ناچار تبعات آن دامنگیر جامعه بشری می‌شود انسان را به فکر چاره انداخت تا عرصه‌هایی از طبیعت بکر را بعنوان الگوی تطبیقی برای آینده تحت حفاظت درآورد و این نقطه آغاز شکل‌گیری مناطق حفاظت‌شده بود که مانند تمامی کانون‌ها ومراکز خدماتی براساس نیاز انسان شکل گرفت و به تدریج سیر تکاملی خود را دنبال کرد (Majnunian, 1379). منطقه حفاظت‌شده، نقطه عزیمتی برای بررسی اهداف مدیریت و طبقه‌بندی مناطق به شمار می‌رود. این مناطق نشان‌دهنده با ارزش‌ترین نمونه‌های برگزیده و بسیار متنوعی از تنوع زیستگاه‌ها و رویشگاه‌ها در شرایط طبیعی و به عبارتی جلوه‌های آفرینش هستند که حفاظت از آن‌ها مرکزیت فعالیت‌های محیط‌زیستی را تشکیل می‌دهد (Majnunian, 1380). در واقع مناطق حفاظت‌شده که محصول آمایش سرزمین به شمار می‌آیند زمانی قادر به دستیابی به اهداف پیش‌بینی شده در طبقه IUCN هستند که بار دیگر تحت طرح‌ریزی محیط‌زیست فرار گرفته و طی فرآیند ارزیابی توان محیط‌زیستی، زون‌بندی شوند (Najmizadeh and Yavari, 1382). این مناطق به دلیل رویکرد انعطاف‌ناپذیر حفاظتی‌شان در صورتی می‌توانند موجودیت خود را حفظ کنند که نزد تصمیم‌گیران و مردم توجیه شوند. زون‌بندی این محدوده‌ها و تدوین برنامه‌های مربوط به آنها برای مدیریت و اعمال کارکردهای چند جانبه و مجاز مربوط به آن‌ها، حفاظتی، تحقیقاتی، آموزشی و تفرجی اولین گام برای شکوفایی توانایی‌های بالقوه این مناطق و در پی آن توجیه موجودیت آنها به شمار می‌آید (Najmizadeh and Yavari, 1382). پهنه‌بندی ابزاری است جهت برنامه‌ریزی و مدیریت مناطق حفاظت شده که این امکان را به وجود می‌آورد که هر منطقه‌ای در هر طبقه‌ای که قرار می‌گیرد به اهداف چند جانبه خود بدون هر گونه تعارضی با یکدیگر دست یافته و اهداف حفاظت آن بی کم و کاست برآورده شود (Sabatini *et al.*, 2007). به طوری که بزرگ‌ترین چالش در فرآیند برنامه‌ریزی و مدیریت این مناطق، عدم درک پیچیدگی و پویایی اکوسیستم‌ها در مقابل روند افزایش استفاده از آن می‌باشد (Ovington, 1984). این گونه محدودیت‌ها دقیقاً ایده اساسی تئوری فازی می‌باشد. تئوری فازی در سال ۱۹۶۵ توسط لطفی‌زاده در مقاله‌ای با عنوان "مجموعه‌های فازی" در مجله اطلاعات و کنترل ارائه گردید. تئوری فازی، شامل تمام تئوری‌هایی است که از مفاهیم اساسی مجموعه‌های فازی یا توابع عضویت استفاده می‌کند و هدف از ارائه آن، ایجاد روشی نوین در بیان عدم قطعیت‌ها و ابهامات روزمره است. منطق فازی به دلیل در نظر گرفتن محدوده‌ای از امکان‌ها به جای اعداد علاوه بر مزایای روش‌های آماری به دلیل قابلیت در فرموله نمودن دانش بشری در قالب ریاضی، ابزاری سودمند در ارزیابی زیست‌محیطی به شمار می‌آید (Pourghasemi, 1386 and Pourghasemi *et al.*, 1387).

منطقه حفاظت‌شده مانشت و قلارنگ از لحاظ تنوع پوشش گیاهی (مرتع و جنگل) بویژه جامعه بلوط ایرانی، زالزالک، بنه، ارغوان وحشی، لاله واژگون و هم‌چنین زیست انواع گونه‌های جانوری از جمله پستاندارانی نظیر کل و بز، خرس قهوه‌ای، گرگ و پلنگ و انواع پرندگان مانند کبک، تیهو و پرندگان شکاری و چشم‌اندازهای زیبا همواره مورد توجه بوده و به‌دلیل برخوردار بودن از آب و هوای منحصر به فرد خود و تأثیری که بر آب و هوای ایلام دارد از اهمیت زیست‌محیطی بسزایی در استان ایلام برخوردار است. علیرغم اینکه از سال ۱۳۷۵ به عنوان منطقه حفاظت‌شده تحت کنترل و مدیریت اداره کل حفاظت محیط‌زیست قرار گرفته است اما به‌دلیل

بعضی عوامل در معرض تهدید قرار دارد. اجرای مدیریت کاربردی و موفق در این منطقه مستلزم مطالعه جامع منطقه به صورت تکه‌ای و ناحیه‌ای می‌باشد تا بر اساس آن ضمن شناخت ویژگیهای اکولوژیکی و زیست‌محیطی آن استعدادهای بالقوه منطقه را شناسایی تا امکان حفاظت مطلوب بر اساس الگوی توسعه پایدار از منطقه فراهم گردد (Mohammadi *et al.*, 1385).

در کشور و خارج از کشور مطالعات زیادی در زمینه پهنه بندی و ارزیابی مناطق حفاظت‌شده و سایر مناطق زیست‌محیطی و تحت مدیریت با روش‌های مختلف صورت گرفته است. به عنوان مثال در ایتالیا با استفاده از روش UET (آستانه نهایی زیست‌محیطی) و با هدف شناخت آستانه زیست‌محیطی برای توریسم به کمک تکنولوژی GIS برای تجزیه و تحلیل و فرایند ذخیره‌سازی و ارائه نتایج داده‌ها در مناطق صحرایی فرایند آمایش سرزمین صورت گرفته است (Senes and Toccolini, 1998). در مطالعه‌ی دیگری که توسط (He *et al.*, 2005) صورت گرفته از داده‌های سنجش از دور و روش مدل‌سازی شبکه خودکار (automata Cellular) برای زون‌بندی مناطق حفاظت‌شده استپی شمال چین استفاده شده است و به این نتیجه رسیدند که روش مذکور قادر به شناسایی مناطق مستعد حفاظت می‌باشد. طی بررسی به عمل آمده در طرح زون‌بندی منطقه حفاظت شده دریاچه کالامالکا و با بررسی کاربری‌های حاضر، پتانسیل بالقوه منطقه و مطالعه اکوسیستم‌های موجود در دریاچه، در نهایت کل دریاچه به عنوان زون گردشگری و تفرجگاهی معرفی گردید (Carmichael and Wilkin, 2006). در همین راستا (Hjorts *et al.*, 2006)، کاربرد تصمیم‌گیری‌های چند معیاره را در جهت مدیریت بافر زون و مناطق حفاظت شده به طور موردی در پارک ملی سلطنتی Chitwan در نپال بررسی نمودند، آن‌ها هدف از این مطالعه را توسعه جامع مدل کاربری اراضی برای مدیریت بافر زون و مناطق حفاظت‌شده در کشورهای در حال توسعه بیان کردند.

در مطالعه‌ی دیگری (Naughton, 2007)، یک آمایش سرزمین مشترک شامل زون‌بندی برای حفاظت و توسعه را در مناطق حفاظت شده صورت داد که جهت تعادل حفاظت و توسعه در مقیاس سیمای سرزمین مفید واقع شود. این مطالعه در سه کشور بولیوی، فیلیپین و پرو با استفاده از تکنولوژی GIS و تصاویر ماهواره‌ای انجام پذیرفت. اما در همین زمینه در منطقه پارک ملی Talampaya آرژانتین، با استفاده از اصلاح روش کمی زون‌بندی مناطق حفاظت‌شده جنگلی که توسط Bos ارائه شده، یک روش کمی برای زون‌بندی این مناطق و ارزیابی کاربردهای اکولوژیکی آن برحسب موارد نظری زون‌بندی معرفی شد که با حداقل هزینه، زمان و انرژی زون‌بندی مناطق حفاظت‌شده را در کشورهای در حال توسعه بهبود می‌بخشد (Sabatini *et al.*, 2007). در مطالعه‌ی دیگری که اخیراً توسط (Duren and Geneletti, 2008) صورت گرفته، زون‌بندی حفاظتی مناطق حفاظت‌شده را به صورت ترکیبی از ارزیابی چند معیاره و چند منظوره برای مدیریت پارک‌ها که از لحاظ علمی و عملی ارزشمند می‌باشد را ارائه کردند. این شیوه دارای ۴ مرحله است؛ ابتدا پارک به چند زیر واحد تقسیم می شود، در مرحله بعد سه ارزیابی چند معیاره برای نقشه‌سازی مطلوبیت سرزمین برای زون‌های A، B و C صورت می‌گیرد، در مرحله سوم هر واحد به یک سطح حفاظتی از طریق شیوه‌ی تخصیص چند منظوره سرزمین اختصاص داده می‌شود و در انتها تجزیه و تحلیل حساسیت جهت آزمون توان طرح زون‌بندی صورت می‌پذیرد. اما در زمینه استفاده از منطق فازی جهت ارزیابی زیست‌محیطی و زون‌بندی مناطق حفاظت‌شده

مطالعات بسیار اندکی انجام گرفته است. که در این راستا می‌توان به بررسی کاربرد مدل فازی برای مدیریت احیاء زیست‌محیطی بزرگراه‌ها توسط (Filippo *et al*., 2007) اشاره نمود. مطالعه فوق روشی برای رتبه‌بندی زیست‌محیطی بزرگراه‌ها از طریق اولویت‌بندی آن‌ها با استفاده از منطق فازی است. هدف از این مطالعه، تحلیل میزان حساسیت موجود از طریق وزن‌دهی معیارها و پارامترهای مؤثر می‌باشد.

مطالعاتی نیز که در زمینه زون بندی و آمایش سرزمین در سال‌های اخیر در ایران صورت پذیرفته به نوعی با استفاده از تکنولوژی‌های حاضر شیوه‌ی جدیدی را مورد ارزیابی قرار داده‌اند به عنوان مثال (Tabibian and Dadrast, 1381) تغییرات کاربری اراضی را در زیرحوضه دروغ زن فارس با استفاده از RS/GIS پایش و ارزیابی نمودند. در این پژوهش نحوه استفاده از سرزمین در دو مقطع زمانی (سال‌های ۱۳۶۹ و ۱۳۷۷) مورد بررسی قرار گرفت و کاربری‌های اراضی بین دو مقطع زمانی پایش گردید. مقایسه نقشه‌ها نشان داد که استفاده ناپایدار از سرزمین در سال ۱۳۷۷ در بیش از نیمی از زیر حوزه نسبت به سال ۱۳۶۹ افزایش داشته و روند فزاینده مدیریت غیرمنطقی آن موجب تخریب محیط‌زیست و فقر بیشتر اهالی شده است. در مطالعه‌ی دیگری، (Najmizadeh and Yavari, 1382)، توان زیست‌محیطی پارک ملی خبر را برای زون‌بندی و برنامه‌ریزی به کمک GIS ارزیابی کردند. در این مطالعه که به روش تجزیه و تحلیل سیستمی و به کمک GIS ارزیابی گردید ۱۲۶۵۷ واحد زیست محیطی در منطقه حاصل شد. حاصل زون‌بندی منطقه، شکل‌گیری شش زون بود که زون ۱ با ۳۷/۴ درصد بیشترین و زون ۵ با ۰/۰۶ درصد از کل مساحت پارک، کم‌ترین میزان را داشتند.

در بررسی دیگری که در منطقه حفاظت‌شده گنو صورت گرفت با استفاده از کاربرد سامانه اطلاعات جغرافیایی، منطقه فوق زون‌بندی گردید و طرح جامع مدیریت و بهره‌وری پایدار مناطق تحت حفاظت در منطقه فوق اجرا شد که می‌توان به عنوان یکی از اولین نمونه‌هایی برشمرد که با استفاده از GIS تهیه شده است (Onagh, 1382).

(Dehdar dargahi *et al*., 1386)، با مطالعه و تحقیق در زون‌بندی منطقه شکار ممنوع دیلمان و درفک با GIS به نتایج رضایت‌بخشی دست یافتند. طی این بررسی پس از ارزیابی یگان‌ها برای زون‌های مختلف در نهایت، اولویت‌بندی و ساماندهی زون‌ها به شیوه رایج آن بر مبنای ۱۸ سناریو انجام گرفت و براساس آن برنامه‌ریزی گردید.

استفاده از منطق فازی در مطالعات زیست‌محیطی در ایران نیز توسط تعدادی از محققان مطالعه شده است (Agheli and Sadeghi, 1380; Khorasani *et al*., 1383; Farhoodi *et al*., 1385; Pourahmad *et al*., 1386). که عمده بررسی‌ها، پیرامون مکان‌یابی محل دفن زباله‌های شهری با استفاده از الگوریتم‌های فازی (Fuzzy Logic) و GIS می‌باشند.

با بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد منطق فازی در پهنه‌بندی مناطق حفاظت‌شده و سایر مناطق تحت مدیریت روشی جدید بوده و تحقیقات کمی در این زمینه صورت گرفته است. سابقه تحقیق نشان داده که اکثر محققین با استفاده از روش‌های مختلف ارزیابی و به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به پهنه‌بندی مناطق تحت مدیریت پرداختند. استفاده از روش مجموعه‌های فازی به دلیل در نظر گرفتن محدوده‌ای از امکان‌ها به جای اعداد محدودیت روش‌های کمی را برطرف ساخته و تحلیل

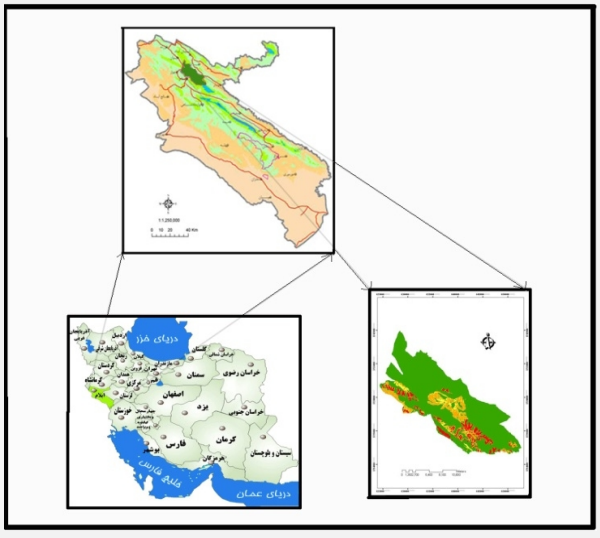
دقیق‌تری از نقش عوامل طبیعی نسبت به سایر روش‌های کمی ارائه کرده است. لذا تحقیق حاضر در راستای مدل‌سازی و پهنه بندی حفاظتی منطقه حفاظت‌شده مانشت و قلارنگ با استفاده از منطق فازی و به کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی است.

مواد و روش‌ها

منطقه حفاظت‌شده مانشت و قلارنگ در شمال استان ایلام و در بین سه حوزه استحفاظی شهرستان‌های ایلام، شیروان چرداول و ایوان قرار دارد. این منطقه بخشی از حوزه آبریز خلیج فارس و دریای عمان است که در بخش باختری کشور و در گستره چین خوردگی زاگرس میانی قرار دارد. و در طول شرقی ۴۶ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۳۷ دقیقه و عرض شمالی۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه واقع شده است. وسعت منطقه ۳۳ هزار هکتار و بصورت کوهستانی با پوشش جنگلی می‌باشد که از ارتفاعات خیلی مرتفع و تپه ماهوره‌های ناهمگن و دره‌های عمیق تشکیل شده است. طول متوسط منطقه ۳۰ کیلومتر و عرض آن ۱۰ کیلومتر می‌باشد. منطقه فوق به لحاظ اقلیم تحت تأثیر جریان توده‌های هوای غربی که از سمت اقیانوس اطلس، دریای مدیترانه و دریای سیاه به سمت ایران حرکت می کند قرار دارد. متوسط درجه حرارت سالیانه ۲۰-۱۸ درجه سانتی گراد است. حدود ۷۰ درصد منطقه را تیپ اراضی کوهستانی، ۱۹ درصد را تیپ تپه‌ای و ۱۱ درصد را تیپ اراضی جلگه‌ای مرتفع تشکیل می‌دهد. کمینه و بیشینه ارتفاع این منطقه به ترتیب ۱۲۰۰ و ۲۶۰۰ متر از سطح دریا می باشد (Mohammadi *et al.*, 1385).

روش تحقیق

شناخت و جمع‌آوری اطلاعات مربوط به عواملی که در حفاظت نقش مؤثری دارند، اولین مرحله در پهنه‌بندی حفاظتی است. شناخت و انتخاب عوامل مؤثر نقش زیادی در دقت و صحت نقشه پهنه‌بندی دارد. اگر عوامل به درستی شناسایی شوند ارزیابی اثرات هر کدام از آنها آسان بوده و می‌توان آن‌ها را بر حسب میزان تأثیرشان



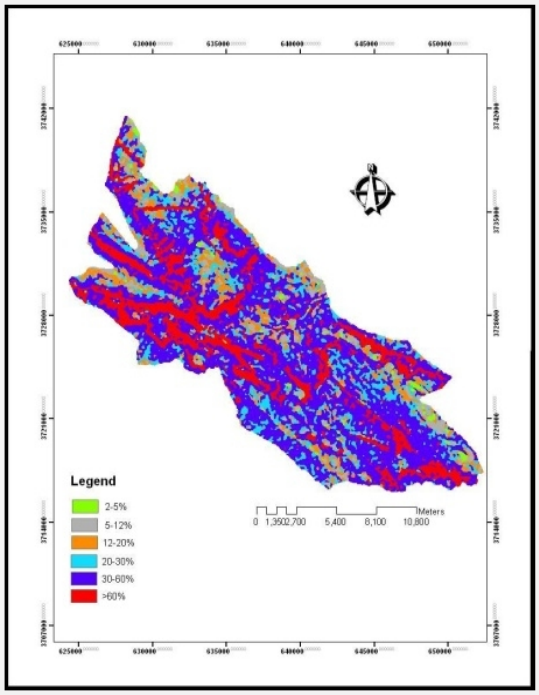
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ایران و استان

اولویت‌بندی نمود و در کار وزن‌دهی به عوامل مهم‌تر، وزن‌های بیشتری اختصاص داد. با توجه به مشخصات منطقه، ۱۲ فاکتور برای مدلسازی حفاظتی در نظر گرفته شد. با عنایت به اینکه افزایش فاکتورها به همان نسبت که دقت را بالا می‌برد، باعث مشکل در تحلیل فاکتورها و تلفیق نتایج می‌شود با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[1] که مبتنی بر نظرات کارشناسی است، پنج عامل پراکنش حیات وحش، وجود یادمان‌های باستانی- فرهنگی و تاریخی، گونه‌های گیاهی و جانوری لیست IUCN، غنای گونه‌ای و عامل زیبایی‌شناختی به دلیل وزن کمتر از جمع عامل‌ها حذف و هفت عامل شیب، خاک، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، فرسایش، کاربری اراضی و فاصله از آبراهه در پهنه‌بندی استفاده گردید که توضیح مربوط به هر کدام به تفضیل ارائه می‌گردد.

تحلیل عوامل مؤثر بر حفاظت در منطقه مورد مطالعه

نقشه طبقات شیب

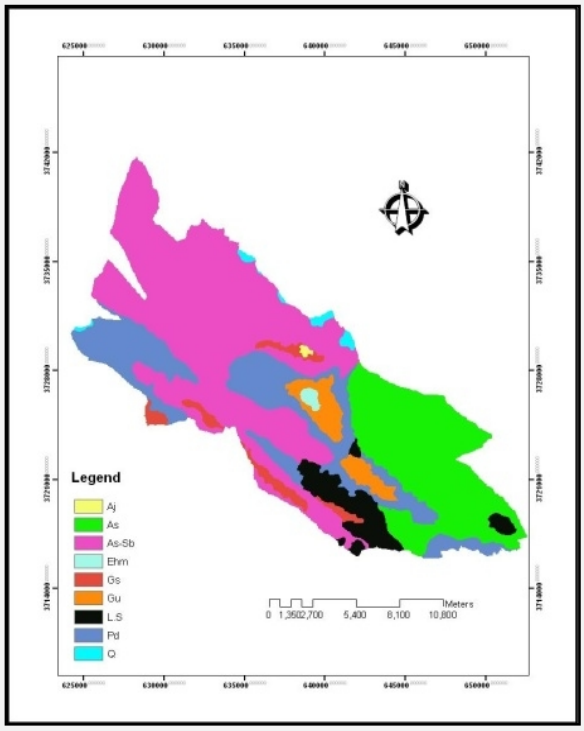
یکی از پارامترهای موثر در تحلیل پهنه‌بندی حفاظتی، تهیه نقشه شیب می‌باشد که به طور مستقیم بر روی حفاظت تاثیرگذار است. به منظور تهیه نقشه شیب از نقشه مدل رقومی ارتفاع (DEM)[2] که از رقومی‌کردن[3] خطوط تراز نقشه توپوگرافی در محیط نرم افزار ILWIS تهیه - گردید استفاده شد. ملاک تقسیم‌بندی در نقشه شیب، کوهستانی بودن منطقه و تنوع ارتفاعی آن بود. نقشه شیب برای منطقه در ۶ کلاس ۵٪>، ۱۲-۵٪، ۲۰-۱۲٪، ۳۰-۲۰٪، ۶۰-۳۰٪ و ۶۰٪< تهیه گردید (شکل ۲).



شکل ۲ – نقشه شیب منطقه مورد مطالعه

نقشه زمین‌شناسی

در یک نگاه کلی، گستره شمال غربی- جنوب شرقی که همان روند عمومی زاگرس است در منطقه مشاهده می‌شود تمامی چین‌خوردگی‌ها و روندهای ساختاری گسل‌های اصلی نیز از این روند پیروی می‌کنند. نقشه زمین‌شناسی پس از تهیه از سازمان زمین‌شناسی کشور در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ جهت بهره‌برداری در محیط نرم‌افزار ILWIS رقومی گردید (شکل۳). دقت در شکل ۳ و جدول ۱ نشان می‌دهد که منطقه دارای تنوع بالایی از نظر سازندهای زمین‌شناسی و واحدهای سنگ‌شناسی است.



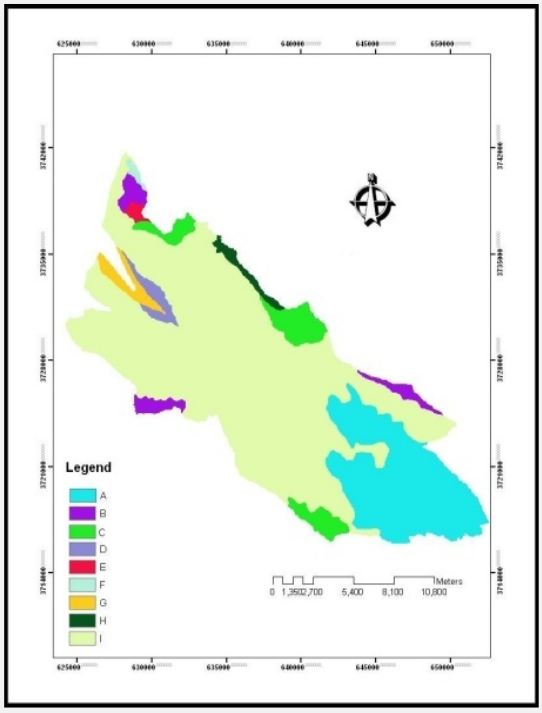
شکل ۳- نقشه زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

جدول۱- واحدهای زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

ردیف	علامت	نام سازند	خصوصیات سنگ‌شناسی	سن
۱	Aj	آغاجاری	ماسه سنگ، شیل با مارن	میوسن پایانی، پلیوسن
۲	As	آسماری	آهک های دولومیتی	اولیگومیوسن
۳	As-Sb	آسماری- شهبازان	***کمپلکس آهکی و دولومیتی***	ائوسن
۴	Ehm	عنصرآهکی امام حسن	آهک مارنی سفید	کامپانین، پالئوسن
۵	Gs	گچساران	مارن و گچ و آهک گچ‌دار	میوسن پیشین، پلیوسن
۶	Gu	گورپی	مارن و شیل	کامپانین، پالئوسن
۷	L.S	لوفا	مواد لغزش یافته	سانتونین
۸	Pd	پابده	شیل و آهک مارنی رسی	پالئوسن، ائوسن
۹	Q	کواترنری	شن و ماسه و گراول	کواترنر

نقشه خاک‌شناسی

یکی دیگر از عوامل مؤثر در پهنه‌بندی حفاظتی منطقه مورد مطالعه، عامل خاک‌شناسی تشخیص داده شده است که بر اساس آن در محدوده منطقه مورد مطالعه، ۹ طبقه یا کلاس خاک مشاهده گردید (شکل۴ و جدول ۲).



شکل ۴- نقشه خاکشناسی منطقه مورد مطالعه

جدول۲- واحدهای خاکشناسی منطقه مورد مطالعه

علائم	نوع خاک
A	خاک‌های بسیار کم عمق غیریکنواخت همراه با بیرون زدگی‌های سنگی زیاد
B	بطور پراکنده خاک‌های بسیار کم عمق سنگلاخی با بافت سنگین
C	خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق سنگریزه دار با بافت متوسط
D	خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق سنگریزه دار با بافت متوسط تا سنگین
E	خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق با بافت متوسط تا سنگین و تجمع آهک
F	خاک‌های عمیق با بافت سنگین تا خیلی سنگین همراه با تجمع مواد آهکی در لایه‌های زیرین
G	خاک‌های عمیق با بافت متوسط تا خیلی سنگین همراه با لکه‌های آهک
H	خاک‌های کم‌عمق تا نیمه عمیق سنگ‌ریزه‌دار با بافت سبک تا متوسط بر روی سنگریزه و مواد آهکی نرم
I	خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق سنگ‌ریزه دار با بافت سنگین بر روی تراکم سنگ‌ریزه و سنگ‌های آهکی

نقشه حریم فاصله از آبراهه

به منظور تهیه نقشه حریم فاصله از آبراهه، شبکه آبراهه از روی نقشه توپوگرافی مشخص و در محیط نرم‌افزار ILWIS رقومی گردید. هم‌چنین به منظور تصحیح آن از نرم‌افزار DIGEM و از روی DEM منطقه نقشه شبکه آبراهه تهیه و نقشه مذکور به منظور ایجاد حریم اصلاح گردید. سپس نقشه مورد نظر به ۵ کلاس با فواصل ۵۰-۰، ۱۰۰-۵۰، ۱۵۰-۱۰۰، ۲۰۰-۱۵۰ و بیشتر از ۲۰۰ متر تقسیم و به منظور بیان ارتباط بین حفاظت و حریم فاصله از آبراهه به کار گرفته شد (شکل۵).

نقشه کاربری اراضی

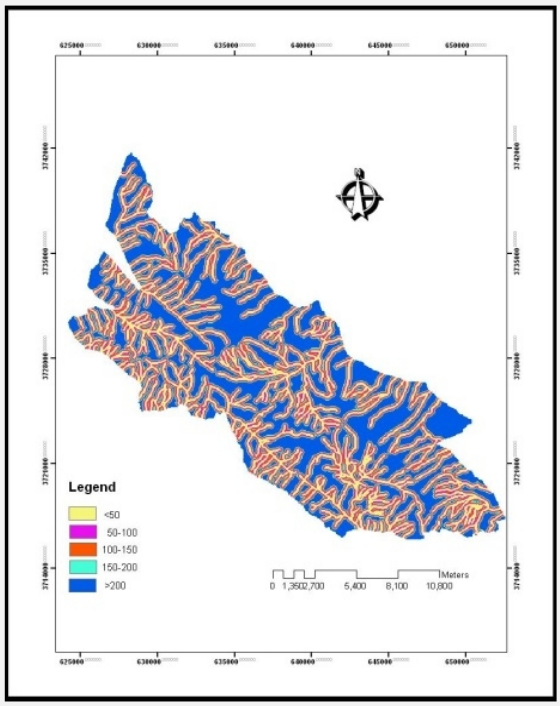
نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و از روی تصاویر ماهواره لندست ETM^+ تهیه و مورد استفاده قرار گرفته است. کاربری اراضی و پوشش‌گیاهی نقش مهمی در حفاظت دارند. کاربری اراضی منطقه به ۳ تیپ مرتع، جنگل و کشاورزی تقسیم گردیده است (شکل ۶).

نقشه فرسایش

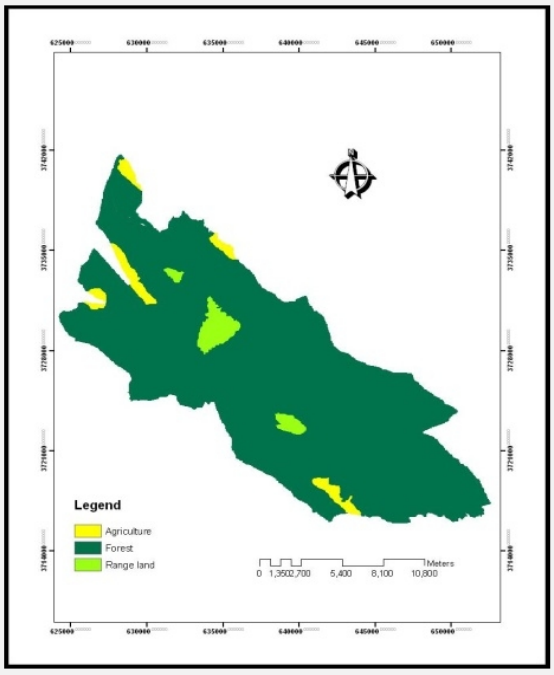
نقشه فرسایش منطقه مورد مطالعه با استفاده از مدل E.P.M[4] به ۵ کلاس خطر خیلی‌کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد تقسیم‌بندی گردید (شکل ۷).

نقشه پوشش گیاهی

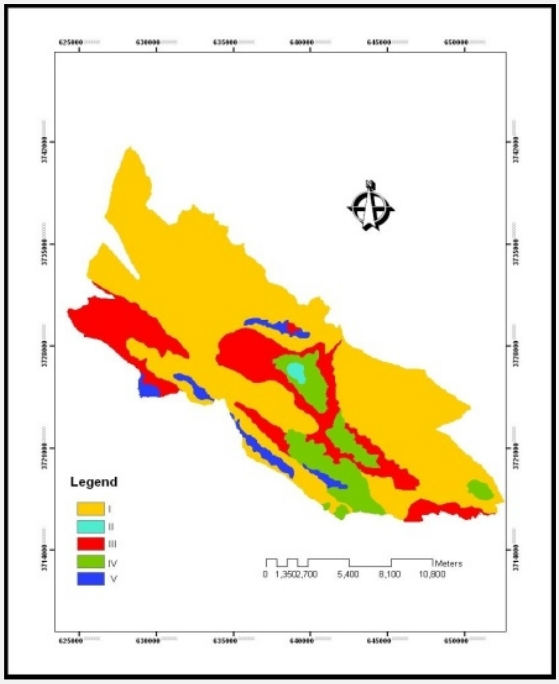
منطقه مورد نظر به لحاظ نوع پوشش گیاهی غنی بوده و از تنوع بالایی برخوردار است (شکل۸ و جدول۳).



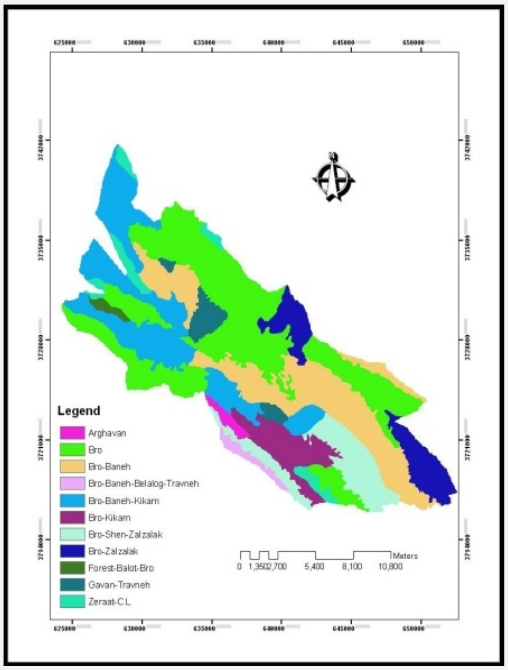
شکل ۵- نقشه فاصله از آبراهه در منطقه مورد مطالعه



شکل۶- نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه



شکل ۷- نقشه فرسایش منطقه مورد مطالعه



شکل ۸- نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

جدول۳- توصیف پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

علائم	نوع پوشش	
A	*Arghavan*	ارغوان
B	*Bro*	برو
C	*Bro-Baneh*	برو- بنه
D	*Bro-Baneh- Balot -Travneh*	برو- بنه- بلوط- تراونه
E	*Bro-Baneh- Kikam*	برو-بنه-کیکم
F	*Bro-Kikam*	برو-کیکم
G	*Bro-Shen-Zalzalak*	برو-شن-زالزالک
H	*Bro-Zalzalak*	برو-زالزالک
I	*Forest-Balot-Bro*	جنگل‌های در دست کاشت بلوط-برو
J	*Gavan-Travneh*	گون-تراونه
K	*Zerrat-C.*L	زراعت زیراشکوب با درختان پراکنده

اولویت‌بندی عوامل موثر بر حفاظت با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) یک روش نیمه کیفی در مطالعه حاضر است که شامل یک ماتریس وزن‌دهی بر مبنای مقایسات زوجی بین عوامل بوده و میزان مشارکت هر یک از عوامل را در حفاظت منطقه مشخص می‌کند. از مزایای AHP این است که اعمال نظر کارشناسی توسط افراد را تا حد زیادی آسان‌تر کرده و احتمال خطا را کاهش می‌دهد، هم‌چنین می‌توان تعداد زیادی از عوامل را دخالت داد و با استفاده از نظر کارشناسی وزن هر عامل را به دست آورد (Bonham-Carter, 1994; Mohammadi *et al.*, 1386; Pourghasemi, 1386). روش کار به شرح زیر می‌باشد:

در این تحقیق ابتدا با استفاده از نظرات کارشناسی و مقایسه زوجی عوامل، اولویت بندی فاکتورها با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در محیط نرم افزار Expert Choice انجام شد و ضریب ناسازگاری ۰/۱۲ به دست آمد که بزرگتر از ۰/۱ است اما از آن‌جا که ماتریس مورد نظر ۷*۷ (تعداد عوامل مورد نظر) می‌باشد پس ضریب ناسازگاری ۰/۱۲ قابل قبول است (Ghodsipour, 1384; Saaty and Vargas, 2001). نتایج نشان داد که از بین ۱۲ فاکتور مورد بررسی ۷ فاکتور شیب، خاک، زمین‌شناسی، پوشش گیاهی، فرسایش، کاربری اراضی و فاصله از آبراهه به ترتیب بیشترین تأثیر را بر حفاظت منطقه دارند (جدول۶). سایر فاکتورها به دلیل تأثیر کم در حفاظت، وزن کمی به خود اختصاص داده و در پهنه‌بندی منطقه استفاده نشدند.

تهیه نقشه پهنه‌بندی حفاظتی با استفاده از اپراتورهای فازی

به منظور تجزیه و تحلیل‌های فازی در ابتدا وزن‌های به دست آمده از روش تحلیل سلسله مراتبی، نرمال‌سازی گردیده (بین صفر و یک) و وارد نرم افزار Idrisi شد. با انتخاب نوع و شکل تابع عضویت، هر یک از نقشه‌های مذکور فازی گردید. در این تحقیق از اپراتورهای فازی Sum، Product و Gamma و تابع عضویت خطی در

جدول ۴- وزن هر یک از فاکتورهای مؤثر در خروجی نرم افزار Idrisi

شیب	۰/۱۷۴۵
خاک	۰/۱۵۹۰
زمین‌شناسی	۰/۱۲۶۰
پوشش گیاهی	۰/۱۲۰۲
فرسایش	۰/۰۸۴۷
کاربری اراضی	۰/۰۸۲۲
فاصله از آبراهه	۰/۰۷۲۷
غنای گونه‌ای	۰/۰۵۲۲
IUCNگونه‌های گیاهی و جانوری لیست	۰/۰۴۷۸
پراکنش حیات وحش	۰/۰۲۷۷
عوامل زیبایی شناختی	۰/۰۲۷۶
وجود یادمان‌های باستانی، فرهنگی و تاریخی	۰/۰۲۵۳
ضریب ناسازگاری=۰/۱۲	

نرم‌افزار Idrisi استفاده شد. آنگاه با استفاده از روابط ۱ تا ۳، نقشه‌های پهنه‌بندی حفاظتی منطقه مورد مطالعه با استفاده از اپراتورهای فازی Product (رابطه۱)، Sum (رابطه ۲) و Gamma (رابطه۳) تهیه گردید (Bonham-Carter, 1994; An *et al.*, 1991; Lee, 2007; Pourghasemi, 1386; Pourghasemi *et al.*, 1387)

در اپراتورفازی Product تمامی لایه‌های اطلاعاتی در هم ضرب می‌شوند (رابطه۱). این اپراتور باعث می شود تا در شکل خروجی، اعداد کوچکتر شده و به سمت صفر میل کند.

$$\mu_{combination} = \prod_{i=1}^{n} \mu_i, \qquad (۱)$$

که در آن μ_i تابع عضویت فازی می‌باشد.

در اپراتور Sum (رابطه۲)، متمم ضرب متمم مجموعه‌ها محاسبه می‌شود. بنابراین در شکل خروجی، ارزش پیکسل‌ها به سمت یک میل می‌کند و به همین دلیل این اپراتور حساسیت خیلی کمی در پهنه‌بندی دارد.

$$\mu_{combination} = 1 - \prod_{i=1}^{n} \mu_i(1 - \mu_i) \qquad (۲)$$

جهت تعدیل حساسیت خیلی بالای اپراتور ضرب فازی و دقت خیلی کم اپراتور فازی جمع، اپراتور دیگری به نام فازی گاما معرفی شده که در رابطه۳ نشان داده شده است.

$$\mu_{combination} = (\text{Fuzzy algebraic sum})^{\lambda} * (\text{Fuzzy algebraic product})^{1-\lambda} \qquad (۳)$$

بر طبق رابطه ۳ اگر $\lambda = 1$ باشد نقشه خروجی همان نقشه حاصل از Fuzzy Sum خواهد بود و اگر $\lambda = 0$ باشد نقشه خروجی، نقشه حاصل از Fuzzy Product خواهد بود. بنابراین محدوده تغییرات λ بین صفر و یک می‌باشد (Bonham-Carter, 1994; Pourghasemi *et al.*, 1387). در این تحقیق از مقادیر گاما ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷، ۰/۹، ۰/۹۵ و ۰/۹۷۵ استفاده گردید.

ارزیابی روش پهنه‌بندی

یکی از مراحل بسیار مهم جهت تعیین صحت و دقت نقشه‌های پهنه‌بندی حفاظتی تهیه شده با مدل‌های مختلف، ارزیابی آن می‌باشد. به این منظور از آنالیز توصیف‌های آماری در این تحقیق استفاده گردید و بر اساس آن مدلی که دارای ضریب تغییرات کم‌تری بوده بهترین شکل نقشه حفاظتی را ارائه و بر اساس آن نقشه‌های حاصله دارای کلاس‌های مختلف شده و کلاس‌های ارائه شده بهتر تفکیک می‌گردد

نتایج

نتایج حاصل از مقادیر عضویت فازی هر یک از عوامل موثر بر مدلسازی حفاظتی در منطقه مورد مطالعه در جدول‌های ۵ تا ۱۱ ارائه گردید.

جدول ۵- مقادیر عضویت فازی عامل شیب

کلاس	وزن AHP	مقادیر عضویت فازی
<۵	۰/۰۲۷	۰
۵-۱۲	۰/۰۴۳	۰/۳۸۰
۱۲-۲۰	۰/۰۷۹	۰/۱۲۴
۲۰-۳۰	۰/۱۵۰	۰/۲۹۲
۳۰-۶۰	۰/۲۵۳	۰/۵۳۷
۶۰>	۰/۴۴۸	۱

جدول ۶ - مقادیر عضویت فازی عامل فرسایش

کلاس	وزن AHP	مقادیر عضویت فازی
I	۰/۰۳۳	۰
II	۰/۰۶۳	۰/۰۶۳
III	۰/۱۲۹	۰/۲
IV	۰/۲۶۱	۰/۴۷۵
V	۰/۵۱۳	۱

جدول ۷- مقادیر عضویت فازی عامل فاصله از رودخانه

کلاس	وزن AHP	مقادیر عضویت فازی
<۵۰	۰/۵۱۳	۱
۵۰-۱۰۰	۰/۲۶۱	۰/۴۷۵
۱۰۰-۱۵۰	۰/۱۲۹	۰/۲
۱۵۰-۲۰۰	۰/۰۶۳	۰/۰۶۳
>۲۰۰	۰/۰۳۳	۰

جدول ۸- مقادیر عضویت فازی عامل کاربری اراضی

نوع کاربری	وزن AHP	مقادیر عضویت فازی
جنگل	۰/۶۶۳	۱
مرتع	۰/۲۷۸	۰/۳۶۴
زراعت زیر اشکوب	۰/۰۵۸	۰

جدول ۹- مقادیر عضویت فازی عامل خاکشناسی

نوع خاک	وزن AHP	مقادیر عضویت فازی
A	۰/۳۴۱	۱
B	۰/۲۲۸	۰/۶۵۲
C	۰/۰۳۸	۰/۰۶۸
D	۰/۰۳۸	۰/۰۶۸
E	۰/۰۶۵	۰/۱۵۱
F	۰/۰۲۴	۰/۰۲۵
G	۰/۰۱۶	۰
H	۰/۰۹۹	۰/۲۵۵
I	۰/۱۵۱	۰/۴۱۵

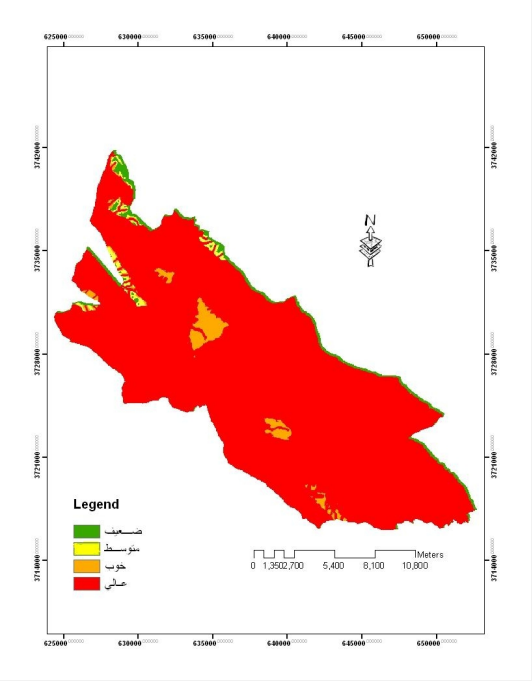
جدول ۱۰- مقادیر عضویت فازی عامل زمین‌شناسی

نوع سازند	وزن AHP	مقادیر عضویت فازی
Aj	۰/۰۴۸	۰/۰۹۹
As	۰/۰۲۰	۰
As-Sb	۰/۰۲۱	۰
Ehm	۰/۰۳۳	۰/۰۴۶
Gs	۰/۲۱۹	۰/۷۰۱
Gu	۰/۱۰۷	۰/۳۰۶
L.S	۰/۳۰۴	۱
Pd	۰/۱۲۸	۰/۳۸
Q	۰/۱۲۰	۰/۳۵۲

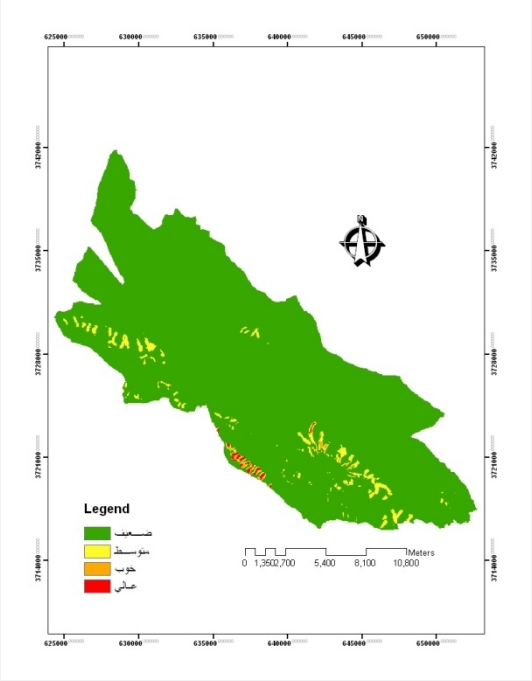
جدول ۱۱- مقادیر عضویت فازی مربوط به عامل پوشش گیاهی

نوع پوشش	وزن AHP	مقادیر عضویت فازی
A	۰/۰۴۳۱	۰/۰۹۴
B	۰/۰۴۳۱	۰/۰۹۴
C	۰/۰۴۳۱	۰/۰۹۴
D	۰/۳۳۹۱	۱
E	۰/۲۱۳۷	۰/۶۱۶
F	۰/۰۴۳۱	۰/۰۹۴
G	۰/۱۶۲۱	۰/۴۵۸
H	۰/۰۴۳۱	۰/۰۹۴
I	۰/۰۱۲۵	۰
J	۰/۰۴۳۱	۰/۰۹۴
K	۰/۰۱۳۸	۰/۰۰۴

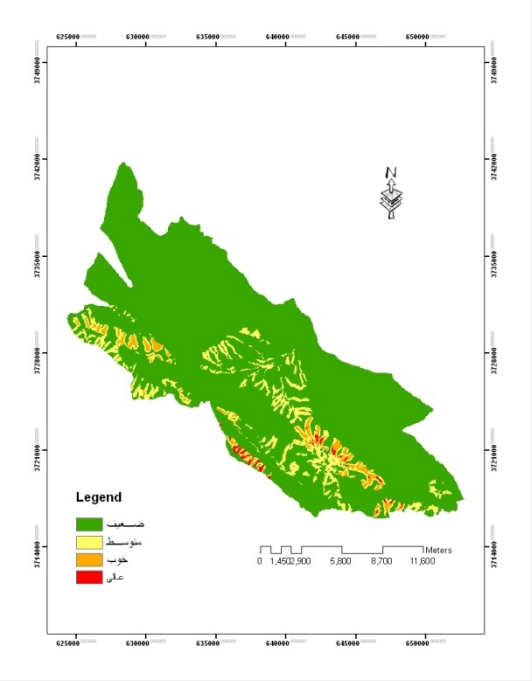
هم‌چنین نتایج بررسی نقشه‌های پهنه‌بندی حفاظتی با استفاده از اپراتورهای فازی Sum، Product و مقادیر مختلفی از اپراتور فازی Gamma از (۰/۳ تا ۰/۹۷۵) با تابع عضویت خطی در شکل‌های ۹ تا ۱۶ ارائه شده است.



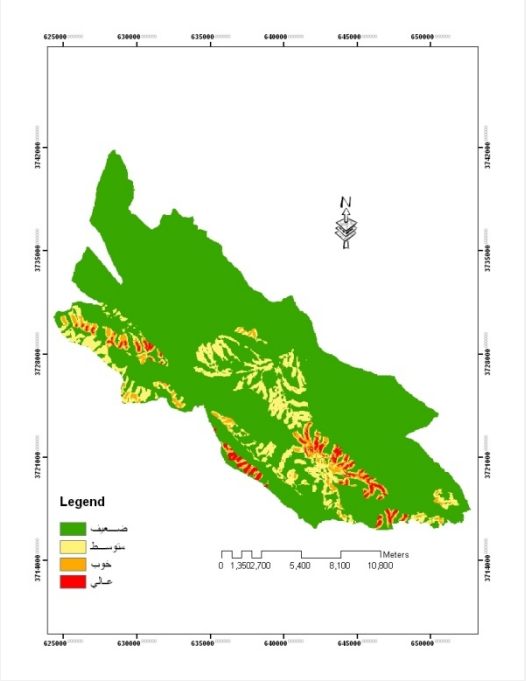
شکل۹– نقشه پهنه‌بندی حفاظتی با اپراتور فازی Sum



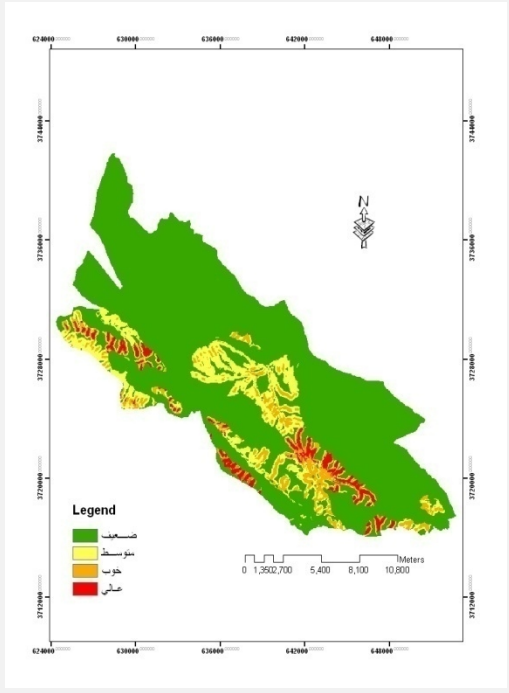
شکل۱۰– نقشه پهنه‌بندی حفاظتی با اپراتور فازی Product



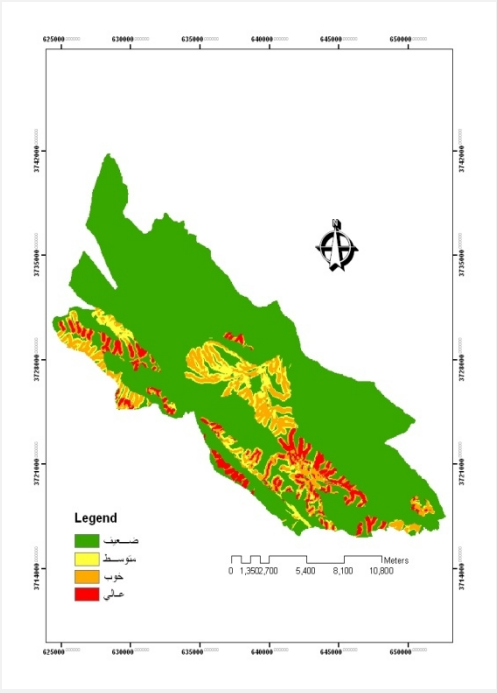
شکل۱۱– نقشه پهنه‌بندی حفاظتی با اپراتور گامای ۰/۳



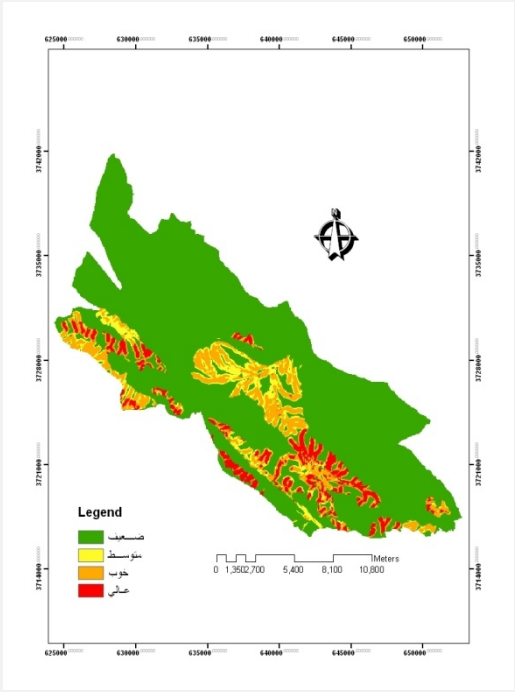
شکل۱۲– نقشه پهنه‌بندی حفاظتی با اپراتور گامای ۰/۵



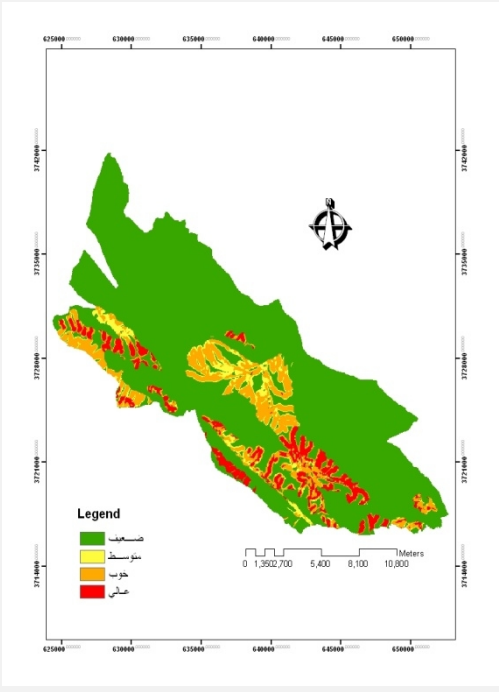
شکل۱۳– نقشه پهنه‌بندی حفاظتی با اپراتور گامای ۰/۷



شکل۱۴– نقشه پهنه‌بندی حفاظتی با اپراتور گامای ۰/۹



شکل۱۵– نقشه پهنه‌بندی حفاظتی با اپراتور گامای ۰/۹۵



شکل۱۶– نقشه پهنه‌بندی حفاظتی با اپراتور گامای ۰/۹۷۵

نتایج توصیف آماری اپراتورهای فازی با تابع عضویت خطی نیز در جدول ۱۲ ارائه گردیده است.

جدول۱۲- نتایج توصیف آماری اپراتورهای فازی با تابع عضویت خطی

اپراتورها	Min	Max	Mean	St. dev	C.V.
اپراتور Sum	۰/۲۲۷۵	۱/۰۰۰۰	۰/۹۵۹	۰/۱۷۸	۰/۱۸۵۶۱
اپراتور Product	۰/۰۰۰۸	۰/۰۲۳۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱	۵
اپراتور Gamma (۰/۳)	۰/۰۰۲۵۳۳	۰/۰۷۱۸	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۴۴	۳/۶۶
اپراتور Gamma (۰/۵)	۰/۰۰۸۴	۰/۱۵۲۳	۰/۰۰۴۷	۰/۰۱۳۱	۲/۷۸۷
اپراتور Gamma (۰/۷)	۰/۰۳۱۷	۰/۳۲۳۳	۰/۰۱۹۷	۰/۰۴۴۴	۲/۲۵۳۸
اپراتور Gamma (۰/۹)	۰/۳۸۴۹	۰/۶۸۶۴	۰/۰۹۲۹	۰/۱۸۳۰	۱/۹۶۹۹
اپراتور Gamma (۰/۹۵)	۰/۶۱۷۳	۰/۸۲۸۵	۰/۱۳۹۶	۰/۲۷۱	۱/۹۴۱۳
اپراتور Gamma (۰/۹۷۵)	۰/۷۸۵۳	۰/۹۱۰۲	۰/۱۷۱۶	۰/۳۳۱۹	۱/۹۳۴۱

بحث

نتایج حاصل از مقادیر عضویت فازی هر یک از عوامل موثر بر مدل‌سازی حفاظتی در منطقه مورد مطالعه در جدول‌های ۵ تا ۱۱ ارائه گردید. نتایج بررسی عامل شیب نشان می‌دهد که مناطق با شیب ٪۶۰< حفاظت بیشتر و ٪۵> به نسبت حفاظت کم‌تری را می‌طلبد. و این مساله مبین این است که هر چه شیب بیشتر باشد حفاظت نیز به همان نسبت بیشتر خواهد بود. نتایج بررسی عامل فرسایش در منطقه نشان داد که بیشترین حفاظت مربوط به کلاس V می‌باشد که بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. بررسی عامل فاصله از شبکه آبراهه نشان داد که فواصل ۵۰-۰ متر از شبکه آبراهه مشمول حفاظت بیشتر بوده که بیشترین فراوانی را نیز از نظرحفاظت به خود اختصاص داده است شایان ذکر است که هرچه حریم رودخانه بیشتر باشد به نسبت حفاظت کم‌تری را نیز می‌طلبد نتایج بررسی عامل کاربری اراضی نشان می‌دهد که بیشترین ارزش حفاظتی مربوط به کاربری جنگل می‌باشد. نتایج بررسی عامل خاک‌شناسی منطقه نشان می‌دهد که بیشتر خاک‌های منطقه کم عمق، سنگلاخی و با بافت سنگین است. بنابراین حفاظت بیشتر مربوط به خاک‌هایی است که در گروه A (خاک‌های بسیار کم عمق غیریکنواخت همراه با بیرون زدگی‌های سنگی زیاد) و سپس B (بطور پراکنده خاک‌های بسیار کم عمق سنگلاخی با بافت سنگین) قرار دارند و بیشترین وزن را دارا می‌باشند. بررسی عامل زمین‌شناسی منطقه حفاظت‌شده نشان داده که بیشترین اولویت حفاظت مربوط به سازندهای L.S (لوفا) و سپس GS (گچساران) بوده که به ترتیب از مواد لغزش یافته، مارن، گچ و آهک گچ دار تشکیل شده که بسیار حساس به فرسایش و حرکات توده‌ای می‌باشند و لذا مستلزم حفاظت بیشتر و بهتری نیز می‌باشند. نتایج بررسی پوشش گیاهی در منطقه حاکی از آن است که گونه‌های برو- بنه - بلوط و تراونه (نوع D) به حفاظت بیشتری نیاز دارند. نتایج بررسی

نقشه‌های پهنه‌بندی حفاظتی با استفاده از اپراتورهای فازی Sum، Product و مقـادیر مختلفـی از اپراتـور فـازی Gamma از (۰/۳ تـا ۰/۹۷۵) بـا تـابع عضـویت خطـی در شکل‌های ۹ تا ۱۶ ارائه شده است.

نتیجه نقشـه پهنـه‌بنـدی حفـاظتی بـا اپراتـور Sum، در شکل (۹) ارائه گردید. از آن‌جا که در این اپراتور ارزش پیکسل‌ها بـه سـمت یـک میـل مـی‌کنـد در نتیجـه تعـداد پیکسل بیشتری در کلاس حفاظت بالا و خیلـی بـالا قـرار می‌گیرند و به همـین دلیـل ایـن اپراتورحساسیت خیلـی کمی در پهنه‌بندی دارد. همچنین نقشه پهنه‌بندی حفـاظتی با اپراتور فازی Product، در شکل (۱۰) نشـان داده شـد. از آن‌جایی که در این اپراتور تمامی لایه‌هـای اطلاعـاتی در هم ضرب می‌شوند. لذا این اپراتور باعث شـده تـا در شکل خروجی، اعداد کوچک‌تر شده و به سـمت صـفر میل کند و در نتیجه تعـداد پیکسـل کـم‌تـری در کـلاس حفاظت زیاد و خیلی زیاد قرار گرفت. بـه منظـور تعـدیل حساسیت خیلی بالای اپراتور ضرب فازی و دقـت خیلـی کم اپراتور فازی جمع، اپراتور دیگری به نـام فـازی گامـا مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق مقـادیر مختلفـی از اپراتور فازی گاما از ۰/۳ تا ۰/۹۷۵ به کـار گرفتـه شـد. نتایج نقشه پهنـه‌بنـدی حفـاظتی بـا اپراتـور فـازی گامـا بـا مقادیر مختلف آن در شکل‌های (۱۱ تا ۱۹) ارائه گردیـد. دقت در شکل‌های ارائه شده نشـان مـی‌دهـد کـه هـر چـه مقدار گامای انتخابی از ۰/۳ به سـمت ۰/۹۷۵ تمایـل پیـدا می‌کند نقشه‌های حاصله دارای کلاس‌های مختلف شـده، جدایش بهتری بین کلاس‌های ارائه شده حاصل گردیـده و دقت نقشه‌های تهیه شده بیشتر می‌گردد کـه بـا نظـرات (Pourghasemi, 1386; Mohammadi and Givi, 2001; Neirabadi and Rahimi 2008; Pourghasemi 2009; Matkan *et al.*, 2009; Panahandeh *et et al.*, 2010 *al.*) مطابقت دارد.

هم‌چنین نتایج توصیف آمـاری اپراتورهـای فـازی بـا تابع عضویت خطی در جدول ۱۲ ارائـه گردیـد. دقـت در جدول مذکور نشان می‌دهد که هـر چـه از اپراتـور فـازی Sum به سمت اپراتور فازی گاما با مقدار ۰/۹۷۵ می‌رویم با در نظر گرفتن ضریب تغییرات و کـاهش تـدریجی آن، می‌توان بیان کرد که از لحاظ آمـاری نیـز اپراتـور گامـای ۰/۹۷۵ بیشترین دقت و صحت را با منطقه مورد مطالعـه از خود نشان داده که پیشنهاد می‌شود بـه منظـور بکـارگیری هرگونه اقدامی در این منطقه، نقشه مذکور را مدنظر قـرار دهند.

پی‌نوشت‌ها

1- Analytical Hierarchy Process
2- Digital Elevation Model
3- Digitizing
4- Erosion Potential Method

منابع

Agheli, L. and H. Sadeghi (1380). The Environmental Destruction Trend in Iran. Usage Fuzzy Logic. Jornal of Economy Agriculture and Development, 36: 151-173.

Bayat, H. and H. Madjnunian (1367). Oshtorankooh Protected Area. Published of Department of Environment Conservation, First edition.

Bonham-Carter, G.F. (1994). Geographic information systems for geoscientists: modeling with GIS. New York: Pergamon.

Carmichael, D. and N. Wilkin (2006). Kalamalka Lake Protected Area: Purpose Statement and Zoning Plan. British Columbia.

He, C., Q. Zhang, X. Li and P. Shi (2005). Zoning grassland protection area using remote sensing and cellular automata modeling–A case study in Xilingol steppe grassland in Northern China. Journal of Arid Environments, 63: 814-826.

Heikkinen, R.K., M. Luoto, M. Kuussaari and T. Toivonen (2007). Modeling the spatial distribution of a threatened butterfly: Impacts of scale and statistical technique. Landscape and Urban Planning, 79: 347–357.

Hjorts, C.N., S. Straede and F. Helles (2006). Applying multi-criteria decision-making to Protected areas and buffer zone management: A case study in the Royal Chitwan National Park, Nepal. Journal of Forest Economics, 12: 91-108.

Khorasani, N., N. Mehrdadi, A.A. Darvishsefat and A. Shokraie (1383). Environmental Studies for Landfill Sitting for Municipal Wastes of Sari. Natural resource Journal of Iran, sheath 57 (2): 1-14.

Majnunian, H. (1379). The Protection Areas of Iran. Published of Department of Environment Conservation, 742 pages.

Majnunian, H. (1380). Environmental Capability Assessment of Londavil Wildlife Refuge. Journal of Environmental Studies, 27: 23-33.

Dehdar dargahi, M., M. Karami and N. Khorasani (1386). Zoning of Prohibited Hunting Deylaman and Darfak Area Using GIS. Journal of Environmental Studies, 43: 51-60.

Dengue, T. (2006). Plant species diversity in the southern part of the Tai National Park. Biodiversity and Conservation, 15: 2123-2142.

Farhoudi, R., K. Habibi, E. Zandi and P. Bakhtiari (1385). Landfill Sitting for Municipal Solid Wastes Using Fuzzy Logic in GIS Environment. (The Case Study: Sanandaj City). Review of Beautiful Arts: 15-24.

Filippo, S., P.C. Martins Ribeiro and S.K. Ribeiro (2007). A Fuzzy Multi-Criteria Model applied to management of the environmental restoration of paved highways. Transportation Research Part D, 12: 423-436.

Geneletti, D. and I.V. Duren (2008). Protected area zoning for conservation and use: A combination of spatial multicriteria and multiobjective evaluation. Landscapes and Urban Planning, 85: 97-110.

Ghodsipour, S.H. (1384). The Subjects about multi Criteria Dissection making, Analytical Hierarchy Process. Published of Amir Kabir Industrial Univercity, four Edition, 220 pages.

planning: zoning for conservation and development in protected areas. USAID from the American People, No 4: 16.

Neirabadi, H. and S.M. Mir Rahimi, (2008). Application of AHP and Fuzzy Logic in Land fill Site Selection, Geo 87 Conference.

Onagh, A. (1382). Integrated Plan of Management and Sustainable Productivity of Protected Areas, The Case Study of Genu Protected Area. Master Thesis of invironment, Tehran University.

Ovington, J.D. (1984). Ecological processes and national park management, national parks, conservation and development. Washington, Smithsonian Institution Press, 16: 60-64.

Panahandeh, M., B. Arastoo, A. Ghavidel and F. Ghanbari (2010). Use of Analytical Hierarchy Process Model (AHP) in Land fill Site Selection of Semnan Town, Iran. J. Health & Environment, 2 (4): 276-283.

Pourahmad, A.K. Habibi, S.M. Zahraie and S. Nazeri Adli (1386). Use of Fuzzy Algorithms and GIS for Civil Equipments Positioning. (The Case Study: Babolsar Landfill). Journal of Environmental Studies, 42: 31-42.

Pourghasemi, H.R. (1386). Landslide Hazard Assessment using Fuzzy Logic. (Case Study: A part of Haraz Watershed). Master Thesis, Tarbiat Modares University.

Makhdom, M. (1384). Ecological Economy of Biodiversity. Published of Tehran University, First edition, 175.

Matkan, A.A., A.R. Shakib, H. Pouali, and H. Nazmfar (2009). Urban Waste Landfill Site Selection by GIS (Case Study: Tabriz City), Environmental sciences, 6 (2): 121-131.

Mohammadi, H., T. Hemati, M. Soleimanzadeh, A. Mohammadi, M. Karimi, S. Emami, R. Letafati, Zh. Nademi, P. Amiri, and L. Farhadi (1385). Environmental Atlas of Ilam Province. (Main office of Environment of Ilam), 83: 28-32.

Mohammadi, J., and J. Givi (2001). Land Suitability Evaluation for Irrigated Wheat in Falavarjan Region (Isfahan) Using Fuzzy Set Theory, Journal Sci. and Tech. Agric. and Nat. Resource, 1: 103-116.

Mohammadi, M., H.R. Moradi, S. Feiznia and H.R. Pourghasemi (1386). Landslide hazard mapping using density area and AHP models. The collection papers of first conference on geography and land use planning. Islamic Azad University of Hamadan, 10 and 11 Joan, 91-92.

Najmizadeh, S. and A.R. Yavari (1382). Zoning and Planning of Khabr National Park With the Aid of GIS. Journal of Environmental Studies, 38: 47-58.

Naughton, L. (2007). Collaborative land use

Seoane, J. etal (2003). The effects of land use and climate on red kite distribution in the Iberian peninsula. Biologically Conservation, 11: 401–414.

Tabibian, M. and M.J. Dadrast (1381). The Monitoring Land-Use Changes at Fars Doroughzan Sub-catchment by RS/GIS. Journal of Environmental Studies, 29: 79-91.

Wu, X.B. and F.E. Smeins (2000). Multiple-scale habitat modeling approach for rare plant conservation. Landscape Urban Planning, 51: 11–28.

Pourghasemi, H.R., H.R. Moradi, M. Mohammadi and M.R. Mahdavifar (1387). Landslide Hazard Susceptibility Mapping and its Evaluation Using the Fuzzy Operators. Journal of Isfahan Natural resource and Agriculture Technology and Science, 12 (46 A): 375-390.

Pourghasemi, H.R., H.R. Moradi, S.M. Fatemi Aghda, M.R. Mahdavifar and M. Mohammdi (2009). Landslide Hazard Assessment Using Fuzzy Multi Criteria Decision- Making Method, Iran-Watershed Management Science & Engineering, 3 (8): 51-63.

Rubino, M.J and G.R. Hess (2003). Planning open spaces for wildlife 2: Modeling and verifying focal species habitat. Landscape Urban Planning, 64: 89-104.

Saaty, T.L. and G.L. Vargas (2001). Models, Methods, Concepts, and Applications of the Analytic Hierarchy Process. Boston: Kluwer Academic Publisher

Sabatini, M.C., A. Verdiell, R.M. Iglesias and M. Vidal (2007). A quantitative method for zoning of protected areas and its spatial ecological implications. Journal of Environmental Management, 83: 198-206

Senes, G. and A. Toccolini (1998). Sustainable land use planning in protected rural areas in Italy. Landscape and Urban Planning, 41: 107-117.