

زون‌بندی منطقه حفاظت شده اشترانکوه با استفاده از ارزیابی چندمعیاره و الگوریتم خوشه‌بندی K-MEANS

احسان رحیمی^۱، شهین دخت برق جلوه^۲

۱ دانشجوی دکتری آمایش سرزمین، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
۲ دانشیار گروه آمایش سرزمین، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۴/۱۰؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۰۴/۰۹)

چکیده

زون‌بندی مناطق حفاظت شده رویکردی است که می‌تواند با تخصیص مناطق به واحدهای مدیریتی و کاربری اراضی تعارضات میان فعالیت‌های انسانی و حفاظتی را کاهش دهد. مطالعه حاضر با استفاده از روش‌های مبتنی بر سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و ارزیابی چندمعیاره به زون‌بندی منطقه حفاظت شده اشترانکوه می‌پردازد که بدین منظور ابتدا زون‌های موجود در منطقه شناسایی و برای هر یک از این زون‌ها با استفاده از ترکیب خطی وزن‌دار نقشه‌ای تهیه شد. نقشه‌های به دست آمده در این مرحله شامل نقشه اهداف حفاظتی، تفرجی و توسعه هستند که هر کدام از این نقشه‌های مطلوبیت با استفاده از لایه‌های مرتبط با این اهداف و با استفاده از مجموعه‌های فازی ایجاد شدند. در نهایت این سه نقشه مطلوبیت با یکدیگر تلفیق و نقشه نهایی با استفاده از الگوریتم خوشه‌بندی K-MEANS به طبقات مورد نظر تقسیم شد. نتایج حاصل از این تجزیه و تحلیل نشان داد که رویکرد به کار رفته در این مطالعه می‌تواند به خوبی زون‌های مورد نظر را شناسایی و تفکیک نماید. همچنین نتایج نشان دادند که ۷۵ درصد منطقه به زون‌های امن و حفاظتی اختصاص دارد و پهنه‌های انتخاب شده برای این زون‌ها پیوستگی و نزدیکی بالایی به یکدیگر دارند که این امر مدیریت این مناطق را آسان‌تر می‌نماید. زون‌های تفرج گسترده، متمرکز و زون احیا و بازسازی به ترتیب ۱۵، ۳ و ۷ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند.

کلید واژه‌ها: زون‌بندی، منطقه حفاظت شده اشترانکوه، ارزیابی چندمعیاره، الگوریتم K-MEANS.

سرآغاز

حفاظت و توسعه پایدار الگوی حاکم بر مدیریت مناطق حفاظت شده و حفاظت از طبیعت هستند (Kramer & van Schaik, 1997). حفاظت از منابع طبیعی ذاتا با استفاده از این منابع تعارض دارد. این وضعیت بحرانی به طور ویژه در کشورهای در حال توسعه که افزایش تقاضا برای استفاده از منابع طبیعی به منظور برآورده ساختن نیازهای جمعیتی خود به طور سریع در حال رشد است، به چشم می‌خورد (Allendorf et al., 2007; Nagendra et al., 2006). این وضعیت در کشور ایران که جمعیت در داخل و اطراف مرزهای مناطق حفاظت شده رو به افزایش است نیز صدق می‌کند. بسیاری از این جمعیت‌ها وابسته به منابع موجود در این ذخایر طبیعی برای تامین معاش خود هستند. در این راستا، به یک تعادل میان راضی ساختن مردم محلی و حمایت از اهداف حفاظتی لازم و ضروری است (Allendorf et al., 2007; Furze et al., 1996; Hough & Sherpa, 1989; McNeely & Miller, 1984; Newmark et al., 1993). زون‌بندی مناطق حفاظت شده رویکردی است که می‌تواند با تخصیص مناطق به واحدهای مدیریتی و کاربری اراضی این تعارضات را کاهش دهد (Geneletti & van Duren, 2008; Hjortso et al., 2006; Walther, 1986). طرح کلی زون‌بندی شامل یک هسته مرکزی است که سطح بالایی از حفاظت را در خود جای می‌دهد و از فعالیت‌های انسان در این زون به شدت جلوگیری می‌کند. با این وجود، اکثر مناطق حفاظت شده در کشورهای در حال توسعه بدون زون‌بندی هستند و آن‌هایی که دارای زون‌بندی هستند بودجه و پرسنل کافی برای طراحی و به اجرا درآوردن قوانین مدیریتی را ندارند (Hull et al., 2007; Sabatini et al., 2011). علاوه بر این، ایجاد یک طرح زون‌بندی موثر که حفاظت و اهداف توسعه را در یک سیمای سرزمین پیچیده بهینه کند، بسیار چالش برانگیز است (Zhang et al., 2013). بنابراین، نیاز است تا یک روش کمی برای زون‌بندی مناطق حفاظت شده در کشور ایران توسعه داده شود که کاربرد آن آسان و انتقال‌پذیر به مناطق چهارگانه سازمان حفاظت از محیط‌زیست باشد. تصمیم‌گیری در رابطه با زون‌بندی به منظور استفاده از اراضی نیازمند ارزیابی چندین ویژگی سرزمین مبتنی بر اهداف چندگانه است که این فرایند به طور ذاتی تعارضات را نیز دربر می‌گیرد. اکثر مطالعه‌هایی که در گذشته به زون‌بندی مناطق حفاظت شده در ایران می‌پرداختند،

رویکرد سیستمی یا اکوسیستمی (Makhdoum, 2011) را برای نیل به این هدف به کار می‌بردند که پس از شناسایی منابع اکولوژیکی و مشخصه‌های اقتصادی-اجتماعی و تهیه نقشه‌های این منابع و رویهم‌گذاری آن‌ها واحدهای محیط‌زیستی تهیه می‌شد (Makhdoum et al., 1997). سپس با بهره‌گیری از سامانه اطلاعات جغرافیایی و مدل‌های اکولوژیکی توان و تنگناهای هر واحد برای کاربری‌های مجاز داخل منطقه مشخص و در نهایت برای منطقه مورد مطالعه زون‌های موردنظر نقشه‌سازی می‌شد. این قبیل از مطالعه‌ها کم نبوده و می‌توان به زون‌بندی پارک ملی خبر (Najmizadeh, 2005)، زون‌بندی پارک ملی گلستان (Dehdar Dargahi & Makhdoum, 2002)، منطقه شکار ممنوع دیلمان و درفک (Dehdar Dargahi et al., 2006)، زون‌بندی پارک ملی توران (Ameri, 2007) و منطقه حفاظت شده گنو (Jafari & Onagh, 2007) اشاره کرد. امروزه با شناخت معایب رویکردهای طبقه‌بندی مانند کاهش و از بین رفتن اطلاعات توسط طبقه‌بندی و همچنین ازدیاد واحدهای محیط‌زیستی در پایان رویهم‌گذاری، برخی از مطالعه‌ها به تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره مبتنی بر منطق فازی روی آورده‌اند. تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره ابزاری قدرتمند برای حمایت از تصمیم‌گیری‌های پیچیده‌ای است که به وسیله چندین معیار و هدف متعارض محدود شده‌اند (Massam, 1988). ترکیب این تجزیه و تحلیل با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی موجب بهبود رویکرد سنتی رویهم‌گذاری نقشه‌ها شده است (Eastman 2001; Malczewski 1999; Thill 1999). در طول دهه‌های گذشته تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره به طور گسترده‌ای به منظور طرح‌ریزی مدیریت جنگل (Briceno- Elizondo et al., 2008; Diaz-Balteiro & Romero, 2008; Store, 2009) و حفاظت (Geneletti & van Duren, 2008; Hjortso et al., 2006; Phua & Minowa, 2005; Pressey et al., 2007; Zucca et al., 2008). مورد استفاده قرار گرفته است. اخیرا در کشور ایران نیز چندین مطالعه زون‌بندی مناطق حفاظت شده را با استفاده از رویکرد تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام داده‌اند. به عنوان مثال (Farashi et al., 2016) با استفاده از تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چند معیاره و سامانه اطلاعات جغرافیایی به تعیین زون حفاظتی برای پارک ملی تندوره پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد

که بخش‌های شمالی و شرقی پارک که نزدیک به مناطق روستایی و کشاورزی هستند از مطلوبیت پایینی برای در نظر گرفتن مناطق حفاظتی برخوردار هستند. (Ghadimi et al., 2010) نیز با استفاده از منطق فازی به مدل‌سازی حفاظتی منطقه حفاظت شده مانشت و قلا رنگ پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که اپراتور فازی گاما بیشترین دقت را در مدل‌سازی حفاظتی دارد. (Salmanmahiny & Kamyab, 2011) نیز در مطالعه‌ای به زون‌بندی منطقه حفاظت شده جهان‌نما با استفاده از ارزیابی چند معیاره و MOLA پرداختند. آن‌ها در این مطالعه برای هر زون یک نقشه مبتنی بر منطق فازی تهیه کردند و در نهایت با استفاده از تخصیص چندگانه سرزمین براساس اهداف چندگانه برای هر زون پهنه‌هایی مشخص شد. نتایج حاصل از این مطالعه قابلیت و کارایی تجزیه و تحلیل‌های مبتنی بر منطق فازی نشان می‌دهد. (Ardakani et al., 2011) نیز با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره به زون‌بندی خلیج چابهار برای تفرج متمرکز پرداختند. این مطالعه نیز سودمندی و کارایی بالای تجزیه و تحلیل‌های مبتنی بر منطق فازی را تایید می‌کند. (Zhang et al 2013) از الگوریتم K-means به منظور تهیه نقشه نهایی زون‌بندی استفاده کردند، نتایج این مطالعه بیانگر کارایی و سودمندی این الگوریتم در تصمیم‌گیری چندمعیاره بود. این مطالعه نیز با هدف کاهش تعارضات درون منطقه حفاظت شده اشترانکوه به وسیله زون‌بندی سعی بر آن دارد تا جدیدترین رویکرد مورد استفاده در زون‌بندی مناطق حفاظت شده (Zhang et al., 2013) که تاکنون در کشور ایران مورد استفاده قرار نگرفته است را معرفی و توانایی‌های این رویکرد مورد بررسی قرار دهد.

مواد و روش

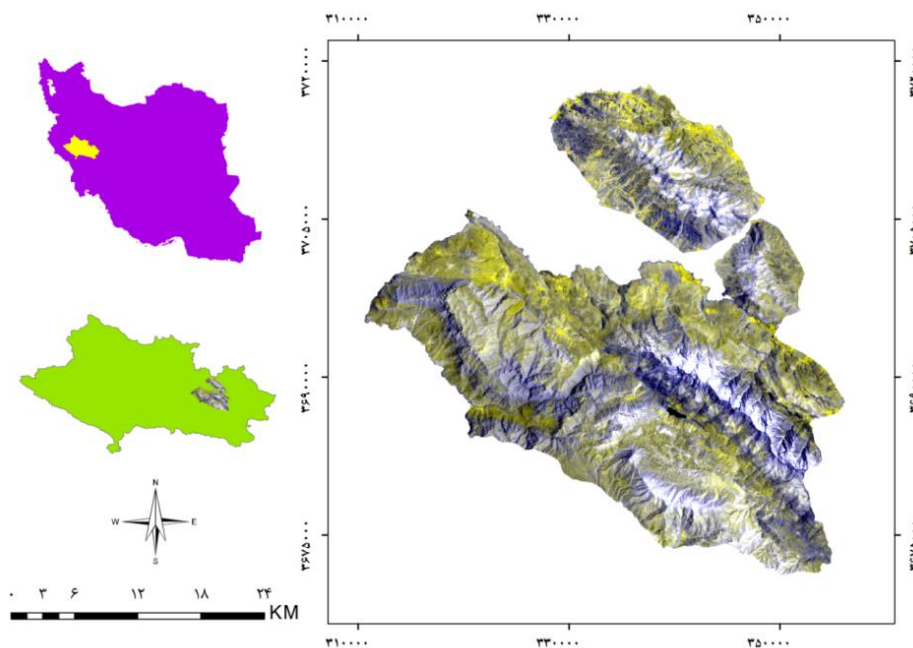
منطقه مورد مطالعه

منطقه رویشی زاگرس از اکوسیستم‌های ارزشمند ایران از نظر اکولوژیکی و حفظ ذخایر ژنتیکی محسوب می‌شود (Bayat & Mgnonian, 1988). در این میان منطقه حفاظت شده اشترانکوه در استان لرستان یکی از مناطق شاخص این اکوسیستم ارزشمند به شمار می‌رود (Makhdoum, 1997). منطقه حفاظت شده اشترانکوه با مساحتی حدود ۱۰۶ هزار هکتار، در جنوب و جنوب‌شرقی شهرستان درود و در بخش غربی شهرستان ازنا واقع شده است. بیشترین طبقه ارتفاعی منطقه را

ارتفاعات بالای ۲۶۰۰ متر، بیشتر منطقه را شیب‌های بین ۶۵-۳۰ و بیشترین طبقه جهت را جنوب غربی تشکیل می‌دهد. از نظر خاک‌شناسی بخش وسیعی از منطقه حفاظت شده اشترانکوه را کوه‌ها پوشش می‌دهند و بیش‌ترین نوع اراضی به مساحت ۸۱۹۸۱ هکتار که در برگیرنده ۷۸/۶ درصد اراضی است. فرسایش‌پذیری اراضی و وضعیت فرسایش عمومی خاک به روش پسیاک انجام شده است. بر اساس نتایج به دست آمده ۶۸ درصد منطقه دارای فرسایش پذیری متوسط و ۲۵ درصد منطقه را طبقه کم فرسایش تشکیل می‌دهد. میانگین دمای سالانه در ارتفاع متوسط منطقه برابر ۷/۹ درجه سانتی‌گراد و در حدود ۳۷/۶ درصد ریزش‌های جوی سالانه منطقه مطالعاتی به صورت برف است. متوسط باران سالانه ۷۴۴/۶ میلیمتر است و دامنه تغییرات میانگین باران سالانه ۷۰۰ تا ۸۵۰ میلیمتر می‌باشد. از لحاظ منابع آب‌های سطحی در منطقه چهار دریاچه وجود دارد که مهم‌ترین آن‌ها دریاچه گهر با مساحتی حدود ۱۰۰ هکتار و عمق ۲۸ متر می‌باشد. بر پایه بررسی‌های به عمل آمده تعداد ۱۷۱ دهنه چشمه در منطقه حفاظت شده اشترانکوه شناسایی شده است که از این تعداد ۳۳ دهنه از آن‌ها چشمه‌های پر آب و دائمی می‌باشد و الباقی چشمه‌ها که تعداد آن‌ها ۱۳۸ دهنه می‌باشد، دارای آبدهی کم یا فصلی می‌باشند (Darwish & Shekoe, 2005). ناحیه کوهستانی منطقه حفاظت شده اشترانکوه است دارای دو بخش کاملاً مجزای گرمسیری (زیر سیطره جنگل‌های بلوط) و ناحیه سردسیری اطراف دریاچه گهر و قله سن‌بران می‌باشد. بخش جنگلی بلوط آن تخریب یافته و در اشکوب فوقانی آن درختان پراکنده بلوط دیده می‌شود. در این منطقه ۳۴ تیپ گیاهی شناسایی و تفکیک شده است، همچنین ۷۴ تیره گیاهی تشخیص داده شده که دربرگیرنده قریب به ۶۰۰ گونه گیاهی می‌باشند که گون‌ها از شاخص‌ترین آن‌ها می‌باشند به طوری که ۳۳ گونه گون در منطقه شناخته شده است، تعداد ۵۳ گونه درخت و درختچه، ۸۰ گونه گیاهان یکساله ۴۷۰ گونه گیاهان چندساله ۶۸ گونه گیاهان انحصاری تشخیص داده شده و وجود تعداد زیادی از گیاهان انحصاری نشانگر اهمیت منطقه حفاظت شده از نظر حفظ گونه‌ای و ذخایر ژنتیکی می‌باشد (Darwish & shekoe, 2005). از نظر حیات‌وحش منطقه حفاظت شده اشترانکوه در رده پستانداران دارای کل و بز، گراز، خرس، روباه، شغال، تشی، خرگوش، گربه‌وحشی، جربیل، گرگ و پلنگ است. پرندگان خاک‌زی چون انواع خانواده ماکیان که گونه

اجتماعی نشان می‌دهد که در محدوده منطقه حفاظت شده اشترانکوه ۴۲ روستا وجود دارد که تعداد ۱۶ روستا در حاشیه منطقه حفاظت شده قرار دارند و ۲۶ روستا کم و بیش در داخل محدوده قرار دارند که بیشتر این روستاها قدیمی بوده و سابقه‌ای بیشتر از ۴۰ سال دارند (Darwish & shekoe, 2005). شکل (۱) موقعیت این منطقه را در استان لرستان نشان می‌دهد.

های تپه، کبک دری، کبک را در خود جای داده است که در تمام منطقه دیده می‌شوند. از گونه‌های آبزیان در دریاچه گهر می‌توان به ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و خال قرمز و سیاه ماهی اشاره کرد. به طور کلی حدود ۴۱ گونه پستاندار، ۱۹۵ گونه پرنده، ۳۰ گونه خزنده، ۵ گونه دوزیست و ۳ گونه ماهی در منطقه حفاظت شده اشترانکوه وجود دارد. مطالعه‌های اقتصادی-



شکل (۱): موقعیت منطقه حفاظت شده اشترانکوه در ایران و استان لرستان.

۶. مقایسه توان منطقه برای هر یک از زون‌ها و تهیه نقشه نهایی زون‌بندی

زون‌هایی که در این مطالعه برای آن‌ها ارزیابی توان اکولوژیکی انجام گرفت به ترتیب عبارتند از زون امن، زون حفاظتی، زون تفرج گسترده، زون تفرج متمرکز، زون احیا و بازسازی، زون فرهنگی و زون توسعه یا استفاده‌های ویژه. به منظور تهیه نقشه مرتبط با هر زون نیاز است تا لایه‌های اطلاعاتی تاثیرگذار بر ایجاد هر زون شناسایی و به صورت نقشه در آیند. در این مطالعه به جای تهیه یک نقشه برای هر زون، با توجه به هم‌راستایی زون‌های امن و حفاظتی (نقشه اهداف حفاظتی)، تفرج گسترده و زون فرهنگی (نقشه اهداف تفرجی)، تفرج متمرکز و توسعه (نقشه اهداف توسعه) از سه نقشه استفاده شد. برای زون احیا و بازسازی مناطق فعالیت کشاورزی به طور جداگانه به عنوان زون احیا و بازسازی در نظر گرفته شد. در ادامه نیاز است تا لایه‌های

تهیه نقشه زون‌بندی با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره

روش به کار رفته در این مطالعه براساس تصمیم‌گیری چند معیاره است که طی این فرایند مراحل زیر طی می‌شود (Salmanmahiny and Kamyab, 2011).

۱. شناسایی و تعریف انواع زون‌ها برای منطقه موردنظر
۲. شناسایی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی مرتبط با هر یک از زون‌ها
۳. تهیه مدل ادغام لایه‌ها برای هر یک از زون‌ها به طور جداگانه
۴. تعیین وزن متغیرهای مدل
۵. ادغام لایه‌های اطلاعاتی و به دست آوردن توان منطقه برای زون‌های موردنظر

تأثیرات مختلفی بر انتخاب زون‌های موردنظر دارند. بنابراین وزن هر تصویر فاکتور با توجه به اهمیت آن در انتخاب مکان زون مورد نظر اختصاص داده شد. فرایند سلسله مراتبی تجزیه و تحلیل (AHP) ابزاری برای وزن‌دهی است که از طریق مقایسه‌های زوجی و قضاوت متخصصان وزن‌دهی صورت می‌گیرد. وزن فاکتورها از ۱ (شدیدا کم اهمیت) تا ۹ (شدیدا با اهمیت) است (Satty, 2008). در این مطالعه وزن‌دهی براساس مطالعه‌های مشابه (Zhang et al., 2013) و نظرهای کارشناسی با توزیع پرسشنامه به افراد متخصص در این زمینه انجام شد.

ارزیابی چند معیاره

ارزیابی چندمعیاره معمولاً توسط یکی از سه روش زیر به دست می‌آید (Eastman, 2001). اولین روش روی هم‌گذاری به روش بولین است که بر مبنای منطق صفر و یک بوده و خروجی نهایی مدل به دو صورت کاملاً مناسب (یک) و کاملاً نامناسب (صفر) است. این مدل ساده‌ترین مدل و بدون انعطاف است. روش دوم ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) که بر اساس مفهوم میانگین وزنی است. فاکتورها تنها به ارزش‌های صفر و یک تبدیل نمی‌شوند، بلکه براساس توابع خاصی به محدوده‌های ویژه‌ای مقیاس‌گذاری می‌شوند. روش WLC اجازه می‌دهد تا جایگزینی کامل در میان تمام عوامل صورت گیرد و نسبت به روش بولین انعطاف بیشتری دارد. روش سوم برای ارزیابی چندمعیاره، میانگین‌گیری وزن‌دار ترتیبی (OWA) است (Eastman & Jiang, 1996). در این پژوهش از ترکیب خطی وزن‌دار (رابطه ۱) برای تلفیق معیارها استفاده شد. در روی هم‌گذاری لایه‌ها به روش ترکیب خطی وزن‌دار معیارها به دو صورت فاکتور و محدودیت دسته‌بندی می‌شوند (Eastman, 2003). فاکتور معیاری است که سبب افزایش یا تنزل تناسب یک گزینه برای هدف مورد نظر می‌شود، محدودیت‌ها معیارهایی هستند که سبب محدودیت گزینه تصمیم‌گیری شده و برخی از مکان‌ها توسط آن‌ها حذف می‌شود (Salman Mahini & Gholamalifard, 2006). محدودیت با استفاده از روش بولین تهیه می‌شود که نتیجه نهایی این فرآیند نقشه‌ای است که دارای دو طبقه مناسب (یک) و نامناسب (صفر) است. سرانجام این نقشه‌های محدودیت به همراه فاکتورها با استفاده از روش

اطلاعاتی مرتبط با هر یک از این سه نقشه ابتدا استانداردسازی شدند و پس از تعیین وزن برای هر کدام از این لایه‌ها، ادغام نهایی این لایه‌ها با توجه به مدل‌های موجود انجام بگیرد.

استاندارد سازی لایه‌های اطلاعاتی

پس از تهیه نقشه‌های معیار باید به این نکته توجه داشت که دامنه مقادیر هر یک از این لایه‌ها با یکدیگر متفاوت است. بنابراین در فرآیند تصمیم‌گیری، نقشه‌ها که دارای محدوده و مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوتی هستند، استاندارد می‌شوند. برای استانداردسازی معیارها از رویکرد منطق فازی استفاده شد. در این مطالعه معیارهای مورد استفاده به دو دسته تقسیم می‌شوند: فاکتورها و محدودیت‌ها، به طور کلی این فاکتورها و محدودیت‌ها براساس مطالعه‌های انجام شده در زمینه زون‌بندی و ضوابط و مقررات محیط‌زیستی تعیین شده توسط نهادهای مرتبط تعیین می‌شوند. در این مطالعه از مطالعه‌های داخلی و خارجی (Zhang et al., 2013) و مدل‌های اکولوژیکی معتبر و شناخته شده (Makhdoum, 2011) به منظور ایجاد فاکتورها و محدودیت‌ها استفاده شد. با در نظر گرفتن این اصول‌های کلی، فاکتورها به صورت فازی تهیه می‌شوند که محدوده شایستگی از ۰ (کمترین شایستگی) تا ۲۵۵ (بیشترین شایستگی) است. نرم‌افزار ایدرسی اشکال توابع عضویت افزایش یکنواخت، کاهش یکنواخت، متقارن و نامتقارن را پشتیبانی می‌کند و دارای انواع توابع عضویت فازی جی شکل، اس شکل و خطی (Eastman, 2006) برای به کارگیری نقاط کنترل در تنظیم تابع عضویت می‌باشد. انتخاب این گزینه‌ها و نقاط کنترل به طور کامل بستگی به آشنایی تحلیل‌گر به منطقه مورد مطالعه دارد. در این مطالعه برای لایه‌هایی که به صورت یکنواخت فازی‌سازی شدند از توابع خطی استفاده شد. نحوه استانداردسازی معیارهای مرتبط با نقشه اهداف حفاظتی، تفرجی و توسعه در جدول‌های مربوط به هر نقشه گنجانده شده است (جدول‌های ۱، ۳ و ۴).

فرایند سلسله مراتبی (AHP) و وزن‌دهی به فاکتورها

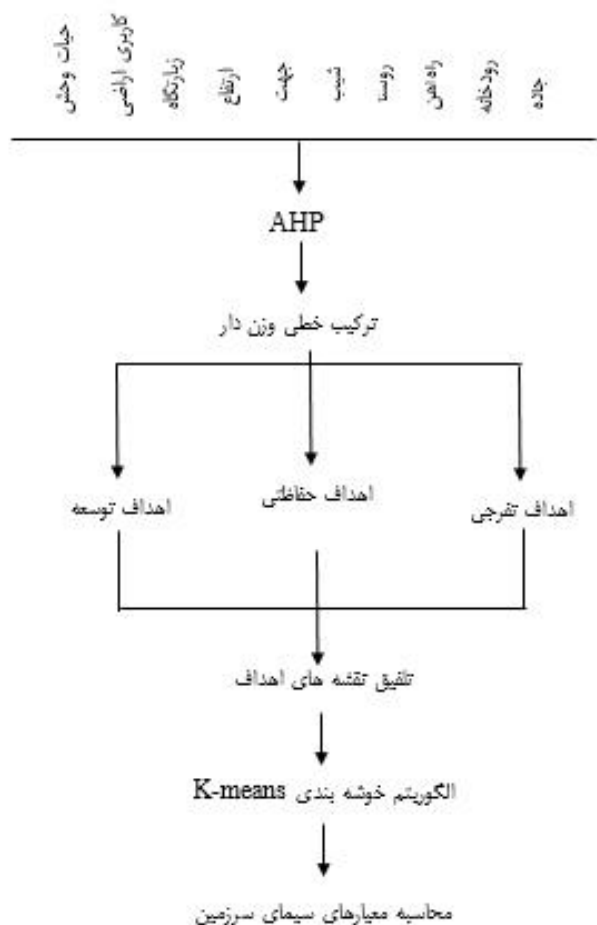
فرایند ارزیابی چند معیاره به وسیله در برگرفتن معیارها با اهمیت‌های مختلف با توجه به تصمیم‌گیران و اطلاعاتی درباره اهمیت نسبی معیارها انجام می‌گیرد. این کار معمولاً با اختصاص دادن یک وزن به هر فاکتور حاصل می‌شود. فاکتورهای مختلف

پس از معرفی نحوه استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی، روش وزن‌دهی به این لایه‌ها و روش ترکیب و رویهم‌گذاری نیاز است تا هرکدام از نقشه‌های معرف زون‌ها توصیف و مورد بررسی قرار بگیرند. شکل (۲) مراحل انجام پژوهش را به طور خلاصه نمایش می‌دهد.

ترکیب خطی وزن‌دار براساس وزن داده شده به هر یک از لایه‌ها ترکیب شدند.

$$S = \sum W_i X_i * \prod C_i \quad (۱)$$

S: مطلوبیت؛ W_i : وزن معیار i ; X_i : ارزش بی‌مقیاس شده معیار i ; C_i : نشان‌دهنده نقشه محدودیت‌هاست و $\prod$ علامت ضرب است.



شکل (۲): مراحل انجام پژوهش

نقشه اهداف حفاظتی

از این نقشه به منظور تهیه زون‌های امن و حفاظتی استفاده شد، بدین‌منظور براساس مطالعه‌های گذشته (Farashi et al., 2013; Zhang et al., 2016) به شناسایی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی مرتبط با این زون پرداخته شد. در این مرحله رودخانه‌ها و پهنه‌های آبی مهم، جنگل‌های متراکم و نیمه متراکم بلوط، مراتع متراکم و با کیفیت، بیشه‌زارهای جنگلی، سنگ‌های دارای حساسیت بالا به فرسایش، شیب‌های بالای ۷۰ درصد، زیستگاه‌های بکر و طبیعی و زیستگاه‌هایی که گونه‌های

در خطر انقراض دارند یا جز گونه‌های بی‌اهمیت نیستند مانند زیستگاه‌های مهم پلنگ، خرس، کل و بز، قوچ و میش به عنوان موارد حفاظتی در نظر گرفته شدند. در این راستا، به منظور تعیین حریم رودخانه‌ها از لایه رودخانه و برای تعیین برخی از طبقات پوشش گیاهی مهم از نقشه کاربری و پوشش اراضی استفاده شد (جدول ۲). برای رسیدن به اهداف حفاظتی موفق، یک فاکتور کلیدی فاصله از منابع آشفته‌گی مانند روستا، شهر و جاده است (Valente & Vettorazzi, 2008) پهنه‌های حفاظتی نزدیک به روستا بیشتر تحت تاثیر آشفته‌گی و تخریب قرار می‌گیرند. در

هکتر از این نقشه‌های مطلوبیت جدا شدن و به عنوان زیستگاه مهم پستانداران در تهیه نقشه حفاظت مورد استفاده قرار گرفتند. لازم به ذکر است که روش تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه همانند تهیه نقشه زون‌های حفاظتی است. بدین معنی که روش به کار رفته برای تهیه نقشه زون‌های حفاظتی و تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه یکسان است. بنابراین، با تشریح روش تهیه نقشه زون‌های حفاظتی در مراحل بعد، چگونگی تهیه نقشه مطلوبیت زیستگاه نیز به طور کامل‌تر تشریح می‌شود. به طور کلی، لایه‌های اطلاعاتی مرتبط با زون‌های حفاظتی عبارتند از شیب، ارتفاع، فاصله از جاده اصلی، فاصله از جاده‌های روستایی، فاصله از روستاها، فاصله از مناطق کشاورزی، فاصله از راه‌آهن و فاصله از رودخانه‌ها (جدول ۱).

در جدول (۲) مرتع ضعیف در برگیرنده مراتعی است که درصد تراکم و نوع گونه‌های مرتعی آن برای گونه‌ای مانند قوچ و میش خوش خوراک نیستند. تیپ پوششی غالب در زیستگاه قوچ و میش را *Astragalus – Stipa* تشکیل می‌دهد که این تیپ از نظر تغذیه حیات‌وحش به علت داشتن فیبرهای قوی با ارزش هستند و به لحاظ علوفه در حد متوسط ارزش غذایی قرار دارند. گونه بهمن و زلف پیرزن در این تیپ پوششی قرار دارند که در بهار و اوایل تابستان مورد تغذیه دام قرار می‌گیرند. مرتع با کیفیت که در مرکز منطقه قرار دارد بیشتر دارای تیپ پوششی *Astragalus – Festuca* است که گونه‌های این تیپ از نظر علوفه خوب هستند و علاوه بر سازگاری با شرایط مختلف محیطی دارای پراکنش وسیعی نیز می‌باشند (Darwish & Shekoe, 2005).

رابطه با ارتفاع باید گفت که مناطق دارای ارتفاع بالاتر کمتر تحت تاثیر آشفته‌گی قرار می‌گیرند (Zhang et al., 2013). رودخانه‌ها از اهمیت اکولوژیکی خاصی برخوردار هستند و بر حرکت جانوران و پراکنش آن‌ها تاثیر می‌گذارد (Eastman, 1997; Forman & Collinge, 2001). به طور خاص، بسیاری از گونه‌های گیاهی در خطر انقراض در اطراف رودخانه‌ها مشاهده می‌شوند (Zhang et al., 2013). جاده‌ها تاثیرات مستقیم و غیرمستقیمی بر اکوسیستم و سیمای سرزمین دارند، اثرات مستقیم شامل کاهش و تخریب زیستگاه و اثرات غیرمستقیم شامل تکه‌تکه شدن و اکوسیستم و سیمای سرزمین است. بنابراین، به منظور اعمال اهداف حفاظتی باید از این مناطق فاصله گرفت. برای تعیین زیستگاه‌های مهم پستانداران یاد شده ابتدا به تهیه معیارهای موثر بر مطلوبیت زیستگاه این گونه‌ها پرداخته شد، این معیارها به شرح زیر هستند. شیب، جهت، ارتفاع، پوشش اراضی منطقه، فاصله از جاده اصلی، فاصله از جاده‌های روستایی، فاصله از روستاها، فاصله از مناطق کشاورزی، فاصله از راه‌آهن و فاصله از منابع آب. هر یک از این معیارها ابتدا با استفاده از توابع فازی (Estman, 2006) استانداردسازی شدند سپس با توجه به تاثیر این معیارها بر زیستگاه این گونه‌ها با استفاده از روش سلسله مراتبی برای هر یک از آن‌ها وزنی تعیین شد سپس با استفاده از ترکیب خطی وزن‌دار این لایه‌ها با هم ترکیب شدند تا نقشه مطلوبیت زیستگاه این ۴ گونه حاصل شود، مطلوبیت در این نقشه از ۰ تا ۲۵۵ است که عدد ۲۵۵ بالاترین مطلوبیت را نشان می‌دهد. در نهایت با استفاده از روش شایستگی ناحیه‌ای سرزمین برخی از مناطق که دارای ارزش‌های بالای ۲۱۵ و دارای مساحت‌های بالای ۱۵

جدول (۱): معیارهای مورد استفاده در تهیه نقشه اهداف حفاظتی

معیار	شکل تابع	نوع تابع	نقاط کنترلی			
			a	b	c	d
شیب	خطی	افزایشی	۰	۷۰	۷۰	۷۰
ارتفاع	خطی	افزایشی	۱۳۰۰	۴۰۸۰	۴۰۸۰	۴۰۸۰
رودخانه	خطی	کاهشی	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۳۰۰
زیستگاه پستانداران	خطی	کاهشی	۴۱۰۰	۴۱۰۰	۴۱۰۰	۰
جاده اصلی	خطی	افزایشی	۵۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰
جاده روستایی	خطی	افزایشی	۲۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰
راه‌آهن	خطی	افزایشی	۵۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰
روستا	خطی	افزایشی	۲۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰

جدول (۲): مشخصات و اهمیت کاربری‌ها و پوشش اراضی برای اهداف حفاظتی

کد	پوشش	مشخصات	امتیاز
۱	کشاورزی	زمین‌های کشاورزی در حاشیه روستاها- کشاورزی طبقه ۱ و ۲	۰
۲	باغ	باغ‌های کوچک و متراکم در حاشیه مرزی منطقه	۰
۳	مسکونی	مناطق ساختمانی متعلق به روستاها	۰
۴	ترکیب کشاورزی و باغ	دارای بیشترین مساحت در طبقات کشاورزی- حاشیه روستاهای سفیدکوه	۰
۵	ترکیب کشاورزی با دیم	کشاورزی طبقه ۳ و ۴- بیشتر به منظور دیم	۰
۶	مناطق صخره‌ای	مناطق دارای پوشش اندک- واقع در مرکز منطقه- بخشی از زیستگاه کل و بز	۱۲۷
۷	مرتج ضعیف	پراکنده در تمام منطقه- تراکم ۱۰٪ تا ۱۵٪ درصد- بخشی از زیستگاه قوچ و میش	۱۷۸
۸	مرتج متوسط	دارای سطح وسیع در منطقه- تراکم ۲۰٪ تا ۵۰٪- بخشی از زیستگاه قوچ و میش	۲۰۴
۹	جنگل نیمه متراکم	تراکم ۳۰ تا ۵۰- زیستگاه جی جاق- درختان بلوط زاگرس	۲۰۴
۱۰	جنگل کم تراکم	تراکم کمتر از ۲۰٪- اطراف دریاچه گهر- واقع در مرکز منطقه	۲۰۴
۱۱	مرتج با کیفیت	بیشترین سطح مرتج- تراکم بالای ۵۰٪- بخشی از زیستگاه کل و بز	۲۵۵
۱۲	جنگل متراکم	تراکم بالای ۵۰٪- بخشی از زیستگاه خرس قهوه‌ای- درختان بلوط و بادام	۲۵۵
۱۳	پیشه‌زار جنگلی	همراه با تیپ مرتعی گون- درختان بلوط و بادام- تراکم ۲۵٪ تا ۵۰٪	۲۵۵
۱۴	آب	دریاچه گهر- واقع در مرکز اشرانکوه- زیستگاه قزل آلای خال قرمز	۲۵۵

میزان تراکم جنگل براساس میزان تاج پوشش است که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و شاخص پوشش گیاهی NDVI حاصل شده است.

نقشه اهداف تفرجی

این نقشه دربرگیرنده زون ۳ یعنی تفرج گسترده و زون ۶ یعنی مناطق حایز اهمیت از نظر فرهنگی است. رودخانه‌ها منبع خوبی برای جذب گردشگر هستند. در این راستا، پهنه‌هایی برای این زون مناسب هستند که از کناره‌های رودخانه حداقل ۱۰۰ متر فاصله داشته باشند و پس از آن با افزایش فاصله مطلوبیت نیز کاهش می‌یابد (Salmanmahiny & Kamyab, 2011). نزدیکی به جاده، روستا و شهر موجب افزایش مطلوبیت پهنه‌های این زون می‌شود، مشروط بر اینکه یک فاصله ۱۰۰ متری از این مناطق رعایت شود (Salmanmahiny A.R. & Kamyab, 2011). جاده‌ها در نقشه اهداف توریستی از اهمیت خاصی برخوردار هستند، به گونه‌ای که دسترسی به چشم‌اندازهای زیبا را آسان می‌سازند (Zhang et al., 2013). جاده‌های روستایی نیز به منظور ایجاد دسترسی دارای اهمیت هستند اما این اهمیت از جاده‌های اصلی کمتر است. برخلاف نقشه اهداف حفاظتی نزدیکی به روستاها برای جذب گردشگر از اهمیت ویژه‌ای

برخوردار است (Zhang et al., 2013) در این منطقه روستاهایی که هم اکنون گردشگران توجه خاصی به آن‌ها دارند عبارتند از دره‌تخت، کمندان، دربند، طیان، قاضی‌آباد، قلعه رستم و درب آستانه. برای توریسم و گردشگری مناطق مرتفع دسترسی را برای گردشگر سخت می‌کند و بیشتر مناطق کم ارتفاع را ترجیح می‌دهند. مناطق حضور حیات‌وحش اعم از پرندگان و پستانداران جنبه توریستی دارد، مشروط بر اینکه یک فاصله ۲۵۰ متری از این مناطق رعایت شود (Salmanmahiny A.R. & Kamyab, 2011). یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تاثیر گذار بر مناطق تفرجی شیب است (Hadadionia et al., 2014; Danekhar, 2012)، اکثر زیرساخت‌های توریستی و تفرجی در مناطق کم شیب احداث شده‌اند، همچنین مناطق دارای شیب زیاد دسترسی را برای گردشگران مشکل می‌سازد. حداکثر شیب برای این زون ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است (Makhdom, 2011). بنابراین، لایه‌های اطلاعاتی مرتبط با این زون با توجه به مطالعات مشابه شامل رودخانه‌های اصلی و فرعی، زیستگاه حیات‌وحش به منظور تماشای پرندگان و پستانداران، شیب، نزدیکی به جاده‌های اصلی، جاده‌های فرعی، روستاها، راه‌آهن، مناطق کم ارتفاع و امام‌زاده‌های واقع در منطقه به منظور جذب گردشگر و ایجاد زون فرهنگی هستند (جدول ۳).

جدول (۳): معیارهای مورد استفاده در تهیه نقشه اهداف تفرجی

معیار	شکل تابع	نوع تابع	نقاط کنترلی			
			a	b	c	d
شیب	خطی	کاهشی	۵۰	۵۰	۵۰	۰
ارتفاع	خطی	کاهشی	۴۰۸۰	۴۰۸۰	۴۰۸۰	۱۳۰۰
رودخانه	خطی	کاهشی	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۶۰۰۰	۱۰۰
زیستگاه پستانداران	خطی	کاهشی	۴۱۰۰	۴۱۰۰	۴۱۰۰	۲۵۰
جاده اصلی	خطی	کاهشی	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱۰۰
جاده روستایی	خطی	کاهشی	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۱۰۰
راه‌آهن	خطی	کاهشی	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰
روستا	خطی	کاهشی	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۷۰۰۰	۱۰۰
زیارتگاه	خطی	کاهشی	۵۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۰

نقشه اهداف توسعه

حداقل ۱۰۰ متر و حداکثر ۲۰۰۰ متر فاصله داشته باشند، با افزایش فاصله از مناطق دارای آب، ارزش این مناطق نیز کمتر می‌شود. حداکثر شیب برای این زون ۱۵ درصد است (Salmanmahiny & Kamyab, 2011). نزدیکی به جاده، روستا و شهر ارزش مناطق را برای نقشه اهداف توسعه بیشتر می‌کند اما باید یک فاصله حداقل ۱۰۰ متری از این مناطق رعایت شود. جهت مناسب برای این زون جهت‌های شرقی و جنوبی هستند. به طور کلی، معیارهای تاثیرگذار بر انتخاب این نقشه (Sepasi, 2012; Ohadi, 2013; Ghalibaf & Shabani, 2011) عبارتند از شیب، ارتفاع، رودخانه، جاده اصلی، جاده روستایی، روستا و جهت (جدول ۴).

این نقشه دربرگیرنده زون ۴ یعنی تفرج متمرکز و زون ۷ یعنی استفاده‌های ویژه است. ارزیابی مکان مناسب برای آن دسته از توریست‌ها که در محیط‌های بسته به سرگرمی می‌پردازند تابع مدل اکولوژیکی توسعه شهری است. به عبارت دیگر، معیار انتخاب مکان برای محیط‌های بسته و ساخته شده‌ای که اختصاص تفریحات در فضای بسته دارد همانند مدل اکولوژیکی توسعه شهری است (Makhdoum, 2011). از آنجایی که تفرج متمرکز نیاز به توسعه دارد، پهنه‌های این زون با زون توسعه یا استفاده‌های ویژه در یک نقشه تهیه می‌شوند. پهنه‌هایی برای این زون مناسب هستند که از کناره‌های رودخانه و چشمه‌ها

جدول (۴): معیارهای مورد استفاده در تهیه نقشه اهداف توسعه

معیار	شکل تابع	نوع تابع	نقاط کنترلی			
			a	b	c	d
شیب	خطی	کاهشی	۱۵	۱۵	۱۵	۰
ارتفاع	خطی	کاهشی	۴۰۸۰	۴۰۸۰	۴۰۸۰	۱۳۰۰
رودخانه	خطی	کاهشی	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۱۰۰
جاده اصلی	خطی	کاهشی	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰
جاده روستایی	خطی	کاهشی	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۱۰۰
روستا	خطی	افزایشی	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰
جهت	خطی	مقارن	شرقی = ۲۵۵، جنوبی = ۲۰۴، شمالی = ۱۲۷، غربی = ۱۲۷			

اساس کار بدین شکل است که پس از تهیه نقشه مطلوبیت برای زون‌های موردنظر طبق رابطه (۲) (Zhang et al., 2013)

در این مطالعه به منظور تهیه نقشه نهایی زون‌بندی از الگوریتم خوشه‌بندی K-MEANS استفاده شد. در روش K-MEANS

آن‌ها نیازمند اطلاعات مکانی است. مورد اول به عنوان معیارهای ترکیب سیمای سرزمین و مورد دوم به عنوان معیارهای وضعیت سیمای سرزمین شناخته می‌شوند (Leitão et al., 2012). به منظور بررسی نقشه نهایی زون بندی از معیارهای مساحت طبقه (CA)، شاخص بزرگترین لکه (LPI)، درصد سیمای سرزمین (PLAND) و جداشدگی (SPLIT)، استفاده شد. معیارهای یاد شده اطلاعاتی را در مورد ترکیب و وضعیت سیمای سرزمین ارائه می‌دهند، برای بررسی نقشه نهایی زون‌بندی مساحت طبقات، درصد منطقه‌ای را که دربر می‌گیرند و میزان پراکندگی و تجمع آن‌ها برای ایجاد طرح‌های مدیریتی لازم و ضروری به نظر می‌رسد. معیارهای یاد شده با استفاده از نرم‌افزار Fragstats محاسبه شدند.

نتایج

فرایند سلسله مراتبی و وزن فاکتورها

نتایج حاصل از وزن‌دهی به لایه‌های به کار رفته در نقشه اهداف حفاظتی، اهداف تفرجی و اهداف توسعه در جدول (۵) نشان داده شده است.

تمامی این نقشه‌ها با هم تلفیق می‌شوند. در نهایت نقشه حاصله با استفاده از الگوریتم K-MEANS در نرم‌افزار ایدریسی به طبقات مورد نظر طبقه‌بندی شد. در این مطالعه به جای تهیه یک نقشه برای هر یک از زون‌ها، از سه نقشه براساس مطالعه (Zhang et al., 2013) استفاده شد که هر یک از این نقشه‌ها و لایه‌های به کار رفته در تهیه آن‌ها به طور کامل تشریح شد.

$$S_C = S_{NC} - (S_{TD} + S_{CD}) \quad \text{رابطه (۲)}$$

S_C : نقشه مطلوبیت برای زون‌بندی نهایی.

S_{NC} : نقشه مطلوبیت برای اهداف حفاظتی.

S_{TD} : نقشه مطلوبیت برای اهداف تفرجی.

S_{CD} : نقشه مطلوبیت برای اهداف توسعه.

محاسبه معیارهای سیمای سرزمین

معیارهای سیمای سرزمین ساختار مکانی لکه‌ها، طبقات لکه‌ها و کل موزاییک لکه یا سیمای سرزمین را توصیف و اندازه‌گیری می‌کنند. به طور کلی معیارهای سیمای سرزمین در دو دسته جای می‌گیرند. ۱. آن‌هایی که ترکیب سیمای سرزمین را بدون توجه به ویژگی‌های مکانی ارزیابی می‌کنند و ۲. آن‌هایی که وضعیت مکانی ویژگی‌های سیمای سرزمین را ارزیابی می‌کنند و محاسبه

جدول (۵): وزن فاکتورهای مورد استفاده در تهیه نقشه زون‌بندی

معیار	نقشه‌ها		
	توسعه	تفرجی	حفاظتی
شیب	۰/۳۷۸۶	۰/۳۳۴۲	۰/۱۱۲۰
ارتفاع	۰/۰۲۱۳	۰/۰۱۷۰	۰/۱۱۰۷
جهت	۰/۲۳۹۰	-	-
روستا	۰/۰۶۳۳	۰/۱۹۰۸	۰/۰۲۳۷
رودخانه	۰/۱۶۰۷	۰/۰۷۶۸	۰/۱۱۸۵
زیارتگاه	-	۰/۰۳۰۳	-
راه‌آهن	-	۰/۰۳۴۰	۰/۰۲۴۷
جاده اصلی	۰/۱۱۰۷	۰/۱۶۸۸	۰/۰۲۴۷
جاده روستایی	۰/۰۳۶۴	۰/۱۱۳۳	۰/۰۳۴۰
پوشش اراضی	-	-	۰/۳۵۳۵
زیستگاه پستانداران	-	۰/۰۳۴۸	۰/۱۹۸۲
ضریب سازگاری	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷

کاملاً همخوانی دارد، زانگ در مطالعه خود وزن طبقات پوشش گیاهی را ۰/۳۲ به دست آورد. نوع پوشش زمین تعیین‌کننده

در نقشه اهداف حفاظتی نوع پوشش اراضی بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است که با مطالعه (Zhang et al., 2013)

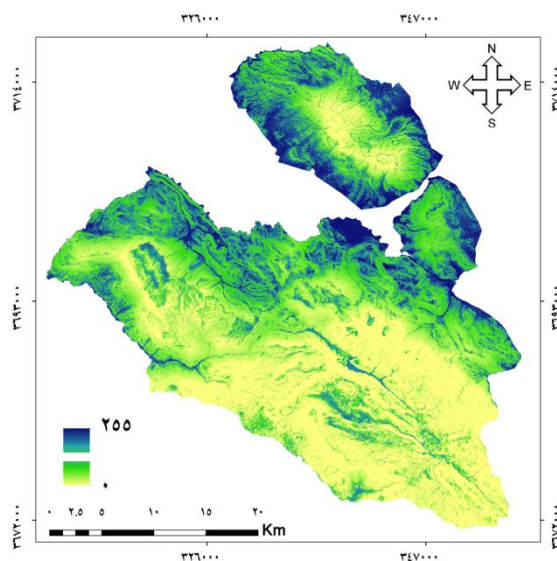
(۳) تصویر نقشه مطلوبیت را برای اهداف حفاظتی نشان می‌دهد، در این تصویر حاشیه‌های منطقه حفاظت شده اشترانکوه که نزدیک به روستاها و جاده‌ها هستند از مطلوبیت پایین‌تری برای اهداف حفاظتی برخوردار هستند و مناطق مرکزی این منطقه که دور از دسترس و اثر حاشیه‌ای هستند از مطلوبیت بالایی برای تبدیل به زون‌های حفاظتی برخوردارند. شکل (۴) تصویر نقشه مطلوبیت را برای اهداف تفرج گسترده و فرهنگی را نشان می‌دهد، پهنه‌های آبی رنگ مناطق مناسب برای این نوع کاربری است که شیب این مناطق کمتر از ۵۰ درصد است که از مرکز منطقه و زیستگاه‌های مهم حیات‌وحش فاصله دارند. بنابراین، مناطق نامناسب در این تصویر مناطقی هستند که دارای ارزش حفاظتی بالایی هستند. شکل (۵) میزان مطلوبیت برای مناطقی را نشان می‌دهد که دارای توان برای ایجاد کاربری تفرج متمرکز و توسعه هستند. این مناطق دارای شیب کمتر از ۱۵ درصد هستند و به جاده اصلی، جاده‌های روستایی و روستاها نزدیک هستند. شکل (۶) ترکیب نهایی نقشه‌های حفاظتی، تفرجی و توسعه را نشان می‌دهد که در این تصویر مناطقی دارای ارزش‌های بالا یعنی نزدیک به ۲۵۵ برای اهداف حفاظتی مناسب هستند و مناطقی که دارای ارزش‌های پایین‌تر هستند برای اهداف تفرجی و توسعه مناسبند. در این تصویر مقادیر بالا دربرگیرنده مناطق مرکزی اشترانکوه و پوشش گیاهی مهم این منطقه است، تمام مناطق دارای شیب بالای ۷۰ درصد در این ناحیه قرار گرفته‌اند.

شکل (۷) نمایانگر خروجی حاصل از الگوریتم K-Means است. این الگوریتم در واقع نوعی طبقه‌بندی نظارت نشده از تصاویر رستری را با استفاده از تکنیک خوشه‌بندی K-Means انجام می‌دهد. در این تصویر عناصر انسان ساخت مانند جاده‌ها، راه‌آهن و روستاها قابل مشاهده‌اند که این عناصر تاثیر به سزایی بر زون‌بندی نهایی منطقه حفاظت شده اشترانکوه دارند. مطابق با این شکل زون امن در مرکز منطقه و تا حد امکان به دور از آشفتگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسان است. زون حفاظتی به عنوان یک حریم حفاظتی در اطراف زون امن تشکیل شده است که این زون نزدیکی بیشتری با عناصر انسان ساخت دارد. زون‌های تفرجی نیز با توجه به زیرساخت‌های انسانی به خوبی در حاشیه‌های منطقه حفاظت شده قرار گرفته‌اند. زون امن بیشترین مساحت را به خود اختصاص داده است (۳۸ درصد کل منطقه) که همراه با زون حفاظتی ۷۵ درصد منطقه را در بر

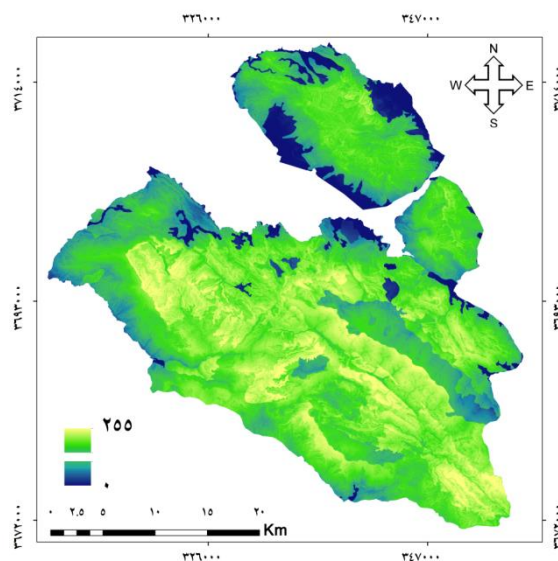
حضور حیات‌وحش در آن پوشش است به عنوان مثال پوشش مرتعی قوچ و میش‌ها را به سوی خود می‌کشاند و پوشش جنگلی بلوط نیز زیستگاه خرس قهوه‌ای را دربرمی‌گیرد. توجه بیشتر به پوشش زمین به نوعی توجه به گونه‌های خاص این پوشش محسوب می‌شود. فاصله از زیستگاه جانوران مهم نیز با مطالعه Zhang و همکاران (۲۰۱۳) کاملاً همخوانی دارد، زانگ وزن این لایه را ۰/۱۸ تعیین نمود و در این مطالعه این لایه ۰/۱۹ وزن کل لایه‌ها را به خود اختصاص داده است. از آنجایی که فاکتور شیب نقش تعیین‌کننده‌ای در حفاظت دارد وزن این لایه ۰/۱۱ در نظر گرفته شد تا در روی هم‌گذاری لایه‌ها شیب‌های بالای ۷۰ درصد در طبقات حفاظتی قرار بگیرد. ارتفاع و منابع آب سطحی نیز دارای اهمیت ویژه‌ای هستند که با توجه به اهمیت آن‌ها وزن متعلق به هر کدام از آن‌ها منطقی به نظر می‌رسد. در نقشه اهداف تفرجی شیب بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است، طبق مدل (Makhdoum, 2011) در تعیین کاربری‌های تفرج شیب مهم‌ترین عامل در تعیین این نوع کاربری است به گونه‌ای که اگر شیب منطقه مناسب نبود باید از بررسی سایر فاکتورها خودداری کرد. همچنین حداکثر شیب برای این زون ۵۰ درصد است که با وزنی که به این لایه داده شد این الزام به خوبی رعایت شد. روستاها، جاده اصلی و جاده‌های روستایی از اهمیت ویژه‌ای برای تفرج گسترده برخوردار هستند و زیرا، دسترسی به مناطق تفرجی را امکان‌پذیر می‌سازند. Zhang و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود وزن فاصله از روستا را ۰/۲۳ و فاصله از جاده اصلی را ۰/۱۵ تعیین نمود، در این مطالعه وزن فاصله از روستا ۰/۱۹ و فاصله از جاده ۰/۱۶ تعیین شد که با مطالعه Zhang و همکاران (۲۰۱۳) همخوانی دارند. مهم‌ترین عامل در تعیین تفرج متمرکز و توسعه شیب است (Makhdoum, 2011) بدین معنی که اگر شیب منطقه برای این کاربری مناسب نباشد باید از بررسی سایر فاکتورها خودداری نماییم. بنابراین، این مطالعه با توجه به این نکته بیشترین وزن را به این فاکتور اختصاص داد و سپس به ترتیب اولویت جهت (۰/۲۲)، منابع آب (۰/۱۶) و جاده (۰/۱۱) وزن‌های متناسب با تاثیر خود را دریافت نمودند.

ترکیب خطی وزن‌دار

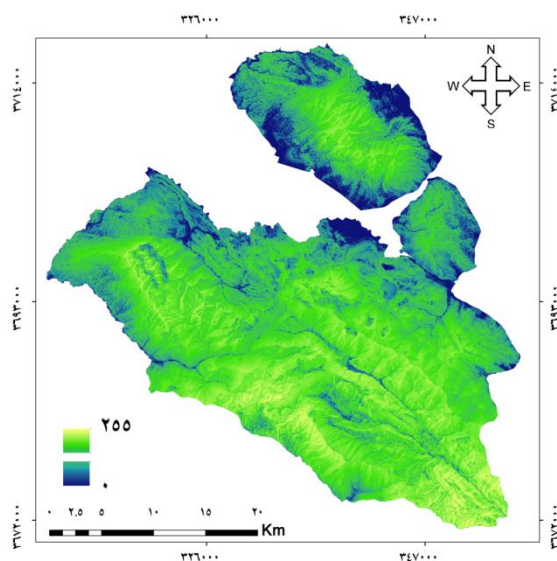
خروجی ترکیب خطی وزن‌دار تصویری رستری است که عدد هر پیکسل نمایانگر میزان مطلوبیت برای متغیر موردنظر است. شکل



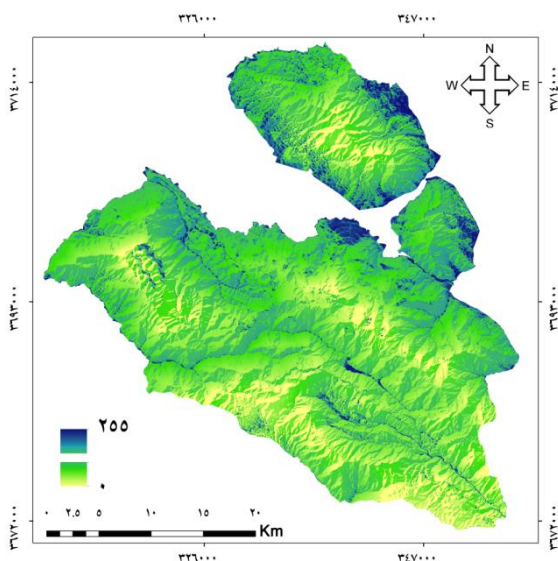
شکل (۴): نقشه مطلوبیت برای اهداف تفرجی



شکل (۳): نقشه مطلوبیت برای اهداف حفاظتی



شکل (۶): ترکیب سه نقشه اهداف حفاظتی، تفرجی و توسعه



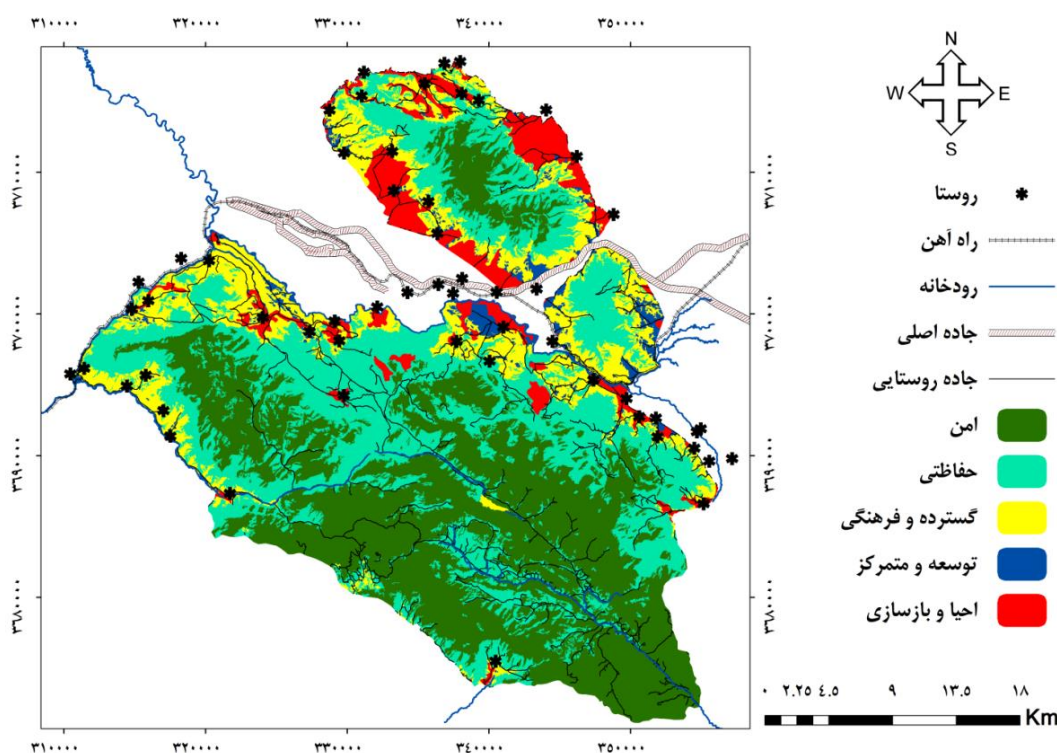
شکل (۵): نقشه مطلوبیت برای اهداف توسعه

ندارند و دارای تجمع بیشتری نسبت به سایر زون‌ها هستند که همین امر مدیریت این نواحی را آسان‌تر می‌نماید.

بحث و نتیجه‌گیری

شناسایی و توصیف زون‌های مدیریتی از اهمیت ویژه‌ای برای مدیریت موثر منطقه حفاظت شده برخوردار است. تنها بعد از این که زون‌های مدیریتی مشخص شدند می‌توان استراتژی و فعالیت‌های موردنظر را برای زون‌های مختلف را اعمال کرد. زون‌بندی فرایند تصمیم‌گیری پیچیده‌ای است که ویژگی‌های

می‌گیرند (جدول ۶). تقریباً ۱۸ درصد منطقه را زون‌های تفرجی به خود اختصاص داده‌اند. زون احیا و بازسازی دربرگیرنده مناطق تحت فعالیت انسان است که در منطقه حاکم شده اشتراک‌گه شامل فعالیت‌های کشاورزی هستند، ۷ درصد سطح منطقه و به عبارتی ۷۰۰ هکتار وسعت دارند. اگر چه تعداد لکه‌های این زون کم هستند اما با توجه به معیار جداشدگی، این لکه‌ها پراکندگی بالایی دارند که این امر مدیریت آن‌ها را دشوار می‌سازد. زون‌های امن و حفاظتی دارای تعداد لکه‌های فراوانی هستند که با توجه به معیار جداشدگی این لکه‌ها از یکدیگر فاصله زیادی



شکل (۷): نقشه زون‌بندی نهایی حاصل الگوریتم K-means

جدول (۶): نتایج حاصل از معیارهای سیمای سرزمین برای نقشه‌های زون‌بندی

جدادشگی	درصد بزرگترین لکه	تعداد لکه‌ها	درصد	مساحت (هکتار)	زون	
۱۱	۲۸/۷۱	۱۵۴	۳۸/۴۳	۴۰۹۴۸/۷۸	امن	K-MEANS
۲۱	۲۰/۸۸	۴۱۱	۳۶/۶۶	۳۹۰۶۵/۶۲	حفاظتی	
۴۵۰	۳/۰۳	۲۱۱	۱۵	۸۰۷۱/۶۸	گسترده و فرهنگی	
۳۸۲۶۷	۰/۳۱	۶۵۹	۲/۹۲	۳۱۲۰	متمرکز و توسعه	
۱۸۳۴	۱/۵۳	۴۸	۶/۹۶	۷۴۱۸/۲۶	احیا و بازسازی	

بین‌المللی حفاظت از طبیعت IUCN: (حفاظت شدید از طبیعت / مناطق بکر، پارک ملی، مناطق مدیریت زیستگاه/گونه) ۲. زون حریم که ممکن است دربرگیرنده طبقه V (سیمای سرزمین / سیمای دریای حفاظت شده) یا VI (منطقه حفاظت شده با استفاده پایدار از منابع طبیعی) یا به تناوب، آب یا سرزمین مدیریت شده که متناظر با هیچ یک از طبقات IUCN نیست. ۳. زون انتقال یا تغییر که متناظر با هیچ یک از طبقات IUCN نیست (Dudley, 2008). زون‌های ایجاد شده در این مطالعه

چندگانه سرزمین را با اهداف چند گانه استفاده از سرزمین ارزیابی می‌کند. ذی‌نفعان درگیر با این مساله به عنوان سنگ بنای توسعه موفق و موثر برنامه‌های مدیریتی سرزمین در نظر گرفته می‌شوند. استفاده از ۵ زون مدیریتی، شفافیت و انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به طرح زون‌بندی یونسکو که دارای سه زون (هسته، حریم، انتقال یا تجربی) است دارد (Zhang et al., 2013). به طور کلی یک ذخیره‌گاه زیست‌کره دارای ۱. زون مرکزی حفاظت شده (معمولاً دربرگیرنده طبقه I-IV اتحادیه

(طبیعت‌گردی و زون فرهنگی) مشابه با زون تاریخی/ فرهنگی است که برابر با طبقه V یعنی سیمای سرزمین حفاظت شده، منطقه حفاظت شده‌ای که در آن کنش متقابل میان مردم و طبیعت در طول زمان موجب به وجود آمدن منطقه‌ای شده است که دارای ویژگی متمایز با اهمیت اکولوژیکی، بیولوژیکی، فرهنگی و ارزش زیباشناختی است (Dudley, 2008). فعالیت‌های تفرجی، اکوتوریستی و فرهنگی در این زون قرار می‌گیرد. این زون تقریباً معادل زون حریم در ذخیره‌گاه زیست کره یونسکو است. این زون در مطالعه حاضر ۱۵ درصد منطقه را در برمی‌گیرد که بزرگ‌ترین لکه آن در برگیرنده ۳ درصد منطقه است. این زون دارای ۲۱۱ لکه در منطقه است که در سرتاسر منطقه حفاظت شده اشترانکوه پراکنده شده‌اند و با توجه به شاخص جدادگی لکه‌های این زون همانند زون‌های قبلی یکپارچه نیستند و پراکندگی بالایی دارند. مطابق با شکل (۷) می‌توان گفت که لکه‌های این زون بیشتری در حاشیه منطقه و در نزدیکی روستاها ایجاد کرده است که این موضوع خود بر مفید بودن رویکرد به کار رفته در این مطالعه تأکید می‌کند. زون خدمات پارک (همانند زون توسعه پارک و زون خدمات پارک در کانادا) و زون استفاده سنتی از سرزمین (همانند زون استفاده‌های ویژه). زون ۴ و ۵ در سیستم IUCN وجود ندارند، اما ممکن است معادل زون تغییر در ذخیره‌گاه زیست‌کره یونسکو باشند. زون توسعه و متمرکز بیشترین پراکندگی را در بین تمامی زون‌ها نشان می‌دهد و دارای ۶۵۹ لکه است که مساحت‌های زیادی ندارند. این زون بیشتر به منظور ساخت و سازهای اندک و مجاز در منطقه در نظر گرفته می‌شود بنابراین، تخصیص مناطقی با مساحت‌های بالا برای این زون معقول و منطقی نیست. زون احیا و بازسازی کمترین تعداد لکه‌ها را دارد اما با توجه به شاخص جدادگی می‌توان گفت که پراکندگی متوسطی دارد. این زون در برگیرنده مناطق در حال تخریب مانند زمین‌های کشاورزی است که این زمین‌ها در اطراف روستاها قرار گرفته‌اند و از آنجا که روستاها در منطقه حفاظت شده اشترانکوه پراکندگی متوسط دارند بنابراین، زمین‌های کشاورزی نیز دارای پراکندگی متوسطی هستند. بیشتر زمین‌های کشاورزی در محدوده سفیدکوه کوچک قرار دارند و بزرگ‌ترین لکه این مناطق ۱ درصد منطقه را در برمی‌گیرد.

اهداف حفاظت از طبیعت ذاتاً با اهداف توسعه اقتصادی در تعارض هستند. با این حال، نقشه زون‌بندی تولید شده به وسیله

کاملاً با طبقات منطقه حفاظت شده IUCN یا ذخیره‌گاه زیست‌کره و انسان یونسکو منطبق نیست اما درجه‌بندی مشابه‌ای را از سطوح حفاظت نشان می‌دهد. زون ۱ (منطقه شدیداً حفاظت شده)، مشابه با زون طبیعی اولیه و برابر با طبقه ۱ IUCN (حفاظت شدید از طبیعت). زون ۲ (زون حفاظت از اکوسیستم) مشابه با زون طبیعی بوده و بینابین طبقه 1b IUCN (مناطق بکر) و II (پارک ملی).

زون ۱ محدودیت و بازدارندگی بسیار بالایی در برابر توسعه، فعالیت‌های تفرجی و توریستی به علت اهمیت مذهبی این مناطق دارد. در این مطالعه زون ۱ با مساحت ۴۰۹۴۸ هکتار، ۳۸/۴۳ درصد منطقه را در برمی‌گیرد که با توجه به تعداد لکه‌های این زون (۱۵۴ لکه) می‌توان گفت که این زون دارای تعداد لکه‌های زیادی است اما شاخص جدادگی (جدول ۶) نشان می‌دهد که اگرچه تعداد لکه‌های این زون زیاد است اما این لکه‌ها فاصله زیادی از هم ندارند و به عبارتی در نزدیکی یکدیگر قرار گرفته‌اند که این امر موجب مدیریت آسان‌تر این زون می‌شود. بزرگ‌ترین لکه این زون، ۲۸ درصد منطقه را در برمی‌گیرد که نسبت قابل توجهی است. این لکه بزرگ در قسمت مرکزی اشترانکوه واقع شده است که در برگیرنده زیستگاه جانورانی چون پلنگ، کل و بز، خرس قهوه‌ای کبک دری و در برگیرنده دریاچه مهم گهر است.

زون ۲ بازدارندگی کمتری دارد و هدف اولیه مدیریتی حفاظت و ایجاد یک حریم در اطراف زون ۱ است. یک ویژگی مهم زون ۲ اینست که برای مردم محلی اجازه حفظ معیشت سنتی با استفاده از این سرزمین‌ها برای چرا و امکان استفاده از تولیدات جنگلی و غیرجنگلی را فراهم می‌سازد. این دو زون حفاظتی (زون ۱ و ۲) ممکن است متناظر با زون مرکزی در ذخیره‌گاه زیست‌کره یونسکو باشند. زون ۲ با مساحت ۳۹۰۶۵ هکتار ۳۶ درصد منطقه را در برمی‌گیرد. تعداد لکه‌های این زون بسیار بیشتر از زون ۱ است و بدین معنی است که این زون در تمامی منطقه حضور دارد. شاخص جدادگی برای این زون نشان می‌دهد که لکه‌های این زون پیوستگی و یکپارچگی بالایی دارند و مطابق با شکل (۷) تنها زونی که با زون ۱ مجاورت دارد همین زون است که نقش یک حریم و ضربه‌گیر را برای این زون ایفا می‌کند. بزرگ‌ترین لکه این زون ۲۰ درصد منطقه را در برمی‌گیرد که در مجاورت بزرگ‌ترین لکه زون ۱ قرار دارد و به طور مجموع این دو لکه حفاظتی ۴۸ درصد منطقه را می‌پوشانند. زون ۳

این وجود، چندین روستا و زمین کشاورزی در مناطق مرتفع و در زون‌های حفاظتی قرار گرفتند و پتانسیل تعارض میان حفاظت و نیازهای توسعه‌ای مردم محلی در این روستاها وجود دارد. که البته تعداد این موارد کم است اما ساخت و ساز جاده در راستای توسعه این مناطق دارای اثرات منفی بزرگی بر اکوسیستم‌ها است و خسارات محیط‌زیستی وسیعی را به بار می‌آورد. IUCN توصیه کرده که حداقل ۷۵ درصد از زمین یا آب درون یک منطقه حفاظت شده باید برای حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی، گونه‌ها و زیستگاه آن‌ها مدیریت شود (مشهور به قانون ۷۵ درصد) (Dudley, 2008) که در این مطالعه دقیقاً ۷۵ درصد از منطقه به مناطق حفاظتی اختصاص یافت.

رویکرد به کار رفته در این مطالعه نشان می‌دهد که مقادیر مطلوبیت بالا برای اهداف حفاظتی از لحاظ مکانی از مناطق مناسب برای توسعه‌های اقتصادی جدا بودند. مناطق دارای شیب بالای ۷۰ درصد و مناطق مرتفع بالای ۲۵۰۰ متر که دربرگیرنده بسیاری از اهداف حفاظتی مهم بود که به خوبی در طبقات حفاظتی قرار گرفتند در حالی که مناطق دارای ارتفاع کم که در امتداد رودخانه‌ها و جاده‌ها بودند برای توسعه‌های اقتصادی در نظر گرفته شدند که اکثر روستاها نیز در این منطقه قرار گرفته بودند. بنابراین، نقشه نهایی مطلوبیت (شکل ۷) به وضوح نشان داد که مناطق مناسب برای حفاظت و مناطق مناسب برای توسعه اقتصادی به سادگی قابل تفکیک و شناسایی هستند. با

فهرست منابع

- Abbasi, S.; Hosseini, M. Pilehvar, B. & Zare, H. 2009. The effect of conservation on biodiversity of wood species in Oshtrankooh region of Lorestan. Iranian Forest Magazine. No. 1. 1-10.
- Allendorf, T.D.; Smith, J.L. & Anderson, D. H. 2007. Residents' perceptions of Royal Bardia National Park, Nepal. Landscape and Urban Planning, 82, 33-40.
- Ameri, A. 2007. Zoning of Sepehr Turan Biosphere Reserve. Journal of Environmental Science. No. 43. 13-20.
- Ardakani, T; Danehkar, A; Karami, M.; Aghili, H. Rafiee, G, & Erfani, M. 2011. Chabahar Bay zoning using multivariate decision-making model for centralized leisure use. Quarterly Journal of Geography and Land use planning. 1,1- 20.
- Bayat, H. Mgnonian, H, 1988 Atlas of Oshtrankooh protected area. Environmental Protection organization Publications.
- Briceno-Elizondo, E.; Jäger, D.; Lexer, M.; Garcia-Gonzalo, J.; Peltola, H. & Kellomäki, S. 2008. Multi-criteria evaluation of multi-purpose stand treatment programmes for Finnish boreal forests under changing climate. Ecological Indicators, 8, 26-45.
- Danehkar, A. Asadolahi, Z, Alizadeh, A. & Javanshir, A. 2012. Nature-based tourism planning in Choghakhor wetland using multi-criteria spatial evaluation. Natural environment. Volume 65. Number 1. 53-66.
- Darwish, M. & Shekoe, M. 2005. Integrated report and compilation of management plan of Oshtrankooh protected area. Studies and preparation of management plan of Oshtrankooh protected area. Environmental Protection Agency, Takom Consulting Engineers. Volume 15 240 p.
- Dehdar Dargahi, M. & Makhdoom, M. 2002. Zoning of Golestan National Park. Journal of Environmental Issue. 29. 71 -77.
- Dehdar Dargahi, M. Karami, M. & Makhdoum, M. 2006. Zonning Deyleman and Dorfak protected area using GIS. Journal of Environmental studies. 33. 1 -12
- Diaz-Balteiro, L. & Romero, C. 2008. Making forestry decision with multiple criteria: A review and an assessment. Forest Ecology & Management, 255, 3222-3241.
- Dudley, N. 2008. Guidelines for applying protected area management categories. Gland, Switzerland: IUCN.

- Erfani, M; Ardakani, T.; Sadeghi, A. & Pahlavanroi, A. 2011. Location for centralized recreation in Chah Nimeh area (Zabol city) using multi-criteria decision-making system. *Environmental research*. No. 4. 41- 50.
- Eastman, R.J. & Jiang, H. 1996. Fuzzy measures in multi-criteria evaluation, proceedings, 2nd. International Symposium on Spatial Accuracy Assessment in Natural Resources and Environmental Studies, May 21-23, Fort Collins, Colorado, 527-534.
- Eastman, R.J. 2001. IDRISI 32: Guide to GIS and image processing. Worcester: Clark Labs, Clark University.
- Eastman. R.J. 2003. Idrisi 32, Release 2. Toforil. Clark University, USA. 237. PP.
- Eastman. R.J. 2006. IDRISI Andes, Guide to GIS and image processing. Clark University, Worcester, Pp 87-131.
- Farashi, A.; Naderi, M. & Parvian, M. 2016. Identifying a preservation zone using multi-criteria decision analysis. *Animal Biodiversity and Conservation* 39.1.
- Forman, R.T.T. & Collinge, S.K. 1997. Nature conserved in changing landscapes with and without spatial planning. *Landscape Urban Planning*, 37, 129–135.
- Furze, B.; de Lacy, T. & Birckhead, J. 1996. Culture, conservation, and biodiversity. New York: John Wiley and Sons.
- Jafari, H. Onagh, A. 2005. Zoning of Geno Protected Area using GIS. *Ecology*. No. 38. 36- 39.
- Hadadionia, S; Danehkar; A, Eshghi, K, Darwishsefat, A.A. & Kaboli, M. 2014. Nature-Based Tourism Zoning Based on Environmental Criteria: A Case Study of Khatam County, Yazd Province. *Natural environment*. 3, 285-300.
- Hjortso, C.N.; Strade, S. & Helles, F. 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.
- Hough, J.L. & Sherpa, M.N. 1989. Bottom up vs. basic needs – Integrating conservation and development in the Annapurna and Michiru Mountain conservation areas of Nepal and Malawi. *Ambio*, 18, 434–441.
- Hull, V.; Xu, W.; Liu, W.; Zhou, S.; Vina, A. & Zhang, J. 2011. Evaluating the efficacy of zoning designations for protected area management. *Biological Conservation*, 144, 3028–3037.
- Ghadimi, M.; Hosseini, M.; Pourqasemi, H.R. & Moradi, H.R. 2010. Protective modeling of Manesht and Qalarang protected area using fuzzy logic. *Environmental Science Eighth Year, First Issue*. 85 -106.
- Ghalibaf. M. & Shabani, F. 2011. Evaluation and Prioritization of Tourist Attractions for Urban Tourism Development Based on Multivariate Decision Making Models (Case Study: Sanandaj City). *Geographical research*. No. 2. 147- 172.
- Geneletti, D. & van Duren, I. 2008. Protected area zoning for conservation and use: A combination of spatial multi-criteria and multi-objective evaluation. *Landscape and Urban Planning*, 85, 97–110
- Kramer, R.A. & van Schaik, C.P. 1997. Preservation paradigms and tropical rain forests. In R. Kramer, C. van Schaik, & J. Johnson (Eds.), *Last stand: Protected areas and the defense of tropical biodiversity* pp. 3–14. New York: Oxford University Press.
- Leitão, A. B.; Miller, J.; Ahern. J. & McGarigal, K. 2012. *Measuring landscapes: A planner's handbook*. Island press.
- Makhdoom, M. 1997. Management of six forest sub-basins of Fars province a guide for strategic planning of Zagros. *Journal of Environmental*. 19, 12-21.

- Makhdoom, M. 2011. The foundation of land use planing. University of Tehran Press. No. 2203.
- Makhdoom, M. & Darwishsefat, a. 2001. Evaluation and planning with GIS. University of Tehran Press. No. 2543.
- Malczewski, J. 1999. GIS and multi-criteria decision analysis. New York: John Wiley
- Massam, B. H. 1988. Multi-criteria decision making techniques in planning. *Progress in Planning*, 30, 1–84.
- McNeely, J.A. & Miller, K.R. 1984. National parks, conservation and development: The role of protected areas in sustaining society. Washington, DC: Smithsonian Institute Press.
- Nagendra, H.; Pareed, S. & Ghate, R. 2006. People within parks – Forest villages, land-cover change and landscape fragmentation in the Tadoba Andhari Tiger Reserve, India. *Applied Geography*, 26, 96–112.
- Najmizadeh, S. 2005. Assessing the environmental potential of Khabar National Park for zoning and planning with the help of GIS. *Journal of Environmental Issue* No. 38.
- Newmark, W.D.; Leonard, N.L.; Sariko, H.I. & Gamassa, D.G. 1993. Conservation attitudes of local people living adjacent to 5 protected areas in Tanzania. *Biological Conservation*, 63, 177–183.
- Ohadi, S.; Dorbeiki, M. & Bahmanpour, H. 2013. Ecotourism Zoning In Protected Areas Using Gis. *Advances in Environmental Biology*. 7(4): 677-683.
- Phua, M. & Minowa, M. 2005. A GIS-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: A case study in the Kinabalu Area, Sabah, Malaysia. *Landscape and Urban Planning*, 71, 207–222.
- Pressey, R.L.; Cabeza, M.; Watts, M.E.; Cowling, R.M. & Wilson, K. A. 2007. Conservation planning in a changing world. *TRENDS in Ecology and Evolution*, 22(11), 583–592.
- Saaty, T. L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
- Sabatini, M. C.; Verdiell, A.; Rodriguez, I.R.M. & Vidal, M. 2007. A quantitative method for zoning of protected areas and its spatial ecological implications. *Journal of Environment Management*, 83(2), 198–206.
- Salman Mahini, A. & Gholamalifard, M. 2006. Siting MSW landfills with a weighted linear combination methodology in a GIS environment. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 3(4), 435-445.
- Salmanmahiny A.R. and Kamyab, H.R. 2011. Remote Sensing and Geographic Information Systems with Idrisi Software. Second edition, Mehr Mahdis Publications.
- Sepasi, Y.; Danehkar, A. Alizadeh, A. Darwishsefat, A.A. & Sharifipour, R. 2010. Hengam Island Environmental Planning for Conservation and Tourism with Multi-Spatial Evaluation. *Natural environment*. Volume 63. Number 2. 159- 172.
- Store, R. 2009. Sustainable locating of different forest uses. *Land Use Policy*, 26, 610–618.
- Thill, J.C. 1999. Multi-criteria decision-making and analysis: A geographic information sciences approach. New York: Ashgate.
- Valente, R.de O. A. & Vettorazzi, C.A. 2008. Definition of priority areas for forest conservation through the ordered weighted averaging method. *Forest Ecology and Management*, 256, 1408–1417.
- Walther, P. 1986. The meaning of zoning in the management of natural resource lands. *Journal of Environmental Management*, 22, 331–344

Zhang, Z.; Sherman, R.; Yang, Z.; Wu, R.; Wang, W.; Yin, M.; Yang, G. & Ou, X. 2013. Integrating a participatory process with a GIS-based multi-criteria decision analysis for protected area zoning in China. *Nature Conservation* 21: 225– 240

Zucca, A.; Sharifi, A.M. & Fabbri, A.G. 2008. Application of spatial multi-criteria analysis to site selection for a local park: A case study in the Bergamo Province, Italy. *Journal of Environmental Management*, 88, 752–769.