محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۷، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۳
صفحات ۳۱۱-۳۰۱

ارزیابی و مدل‌سازی ارزش منظره‌ای سیمای سرزمین به روش ترکیب خطی وزنی (مطالعهٔ موردی: مسیرهای پیاده‌روی آبخیز زیارت استان گلستان)

سپیده سعیدی[1*]، مرجان محمدزاده[2]، عبدالرسول سلمان ماهینی[3]، سید حامد میرکریمی[4]

۱. دانشجوی دکتری ارزیابی و آمایش محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

۴،۲. استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

۳. دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/٦- تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/٤/۱۷)

چکیده

پژوهش‌های اخیر اهمیت زیادی به ارزیابی زیبایی سیمای سرزمین‌های طبیعی داده‌اند. روش‌های ارزیابی زیبایی سرزمین اغلب از معیارهایی استفاده می‌کنند که از عکس‌ها یا اطلاعات به‌دست‌آمده از طریق ارزیابی میدانی و پرسش‌نامه‌ها منتج شده‌اند. چنین روش‌هایی نسبتاً وقت‌گیر و هزینه‌برند. مدیران پارک‌ها و برنامه‌ریزان تفرجی نیازمند ابزارهای فضایی و روش‌های سریع، انعطاف‌پذیر و تکرارشدنی‌اند تا بتوانند اطلاعات فضایی قابل پیش‌بینی از منابع زیبایی‌شناختی ایجاد کنند. از آنجا که اندازه‌گیری‌های مستقیم تمامی پارامترهای تأثیرگذار معمولاً غیرممکن یا بسیار سخت است، استفاده از داده‌های فضایی و سیستم اطلاعات جغرافیایی در ارزیابی و مدل‌سازی ویژگی‌های دیداری سیمای سرزمین ضروری به نظر می‌رسد. این مقاله یک روش فضایی برای ارزیابی جذابیت‌های دیداری سیمای سرزمین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی را ارائه می‌دهد. برای این منظور ابتدا معیارهای تأثیرگذار با توجه به شرایط منطقهٔ مطالعه‌شده انتخاب شدند و برای وزن‌دهی به معیارها از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شد، در گام بعدی، معیارهای مختلف به روش ترکیب خطی وزنی با هم ادغام شدند تا تناسب زمین از نظر ارزش زیبایی‌شناختی مشخص شود و درنهایت برای پهنه‌بندی منطقه از نظر ارزش زیبایی‌شناختی دستور تناسب ناحیه‌ای سرزمین اجرا شد و به‌ترتیب مسیرهای تلمبار، چمازچال، زبله، مازوکش، امامزاده تا آبشار اول زیارت و سردانسر به‌منزلهٔ مسیرهای زیباتر معرفی شدند.

کلیدواژگان: آبخیز زیارت، ارزیابی کیفیت دیداری، روش ترکیب خطی وزنی، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی

* نویسندهٔ مسئول، تلفن: ۰۹۱۹۳۹۳۶۷۵۹
Email: S.Saeidi@ymail.com

۱. مقدمه

زیبایی منظر یک عنصر اصلی است که در محیط طبیعی و در زمینهٔ گردشگری و تفرج با آن روبه‌روییم که نه‌تنها برای فرد بیننده مفید است، بلکه سهم مهمی در مطلوبیت کلی یک منطقه نیز دارد و درنهایت می‌تواند با سود اقتصادی برای یک ناحیه در ارتباط باشد (Clay & Daniel, 2000). این زیبایی نتیجهٔ ترکیب خاصی از پدیده‌ها و ویژگی‌های فیزیکی مانند توپوگرافی، الگوهای پوشش گیاهی، عوارض آبی و پوشش ساختمان‌هاست (Sung *et al*., 2001). اگر منظر و کیفیت دیداری آن را معنا کنیم و موقعیت خود را در آن تعیین و فرایند مربوطه را بشناسیم عالی‌ترین درجهٔ زیبایی تجربه می‌شود (Aminzadeh, 2002). یکی از روش‌ها اجرای این کار از طریق قابلیت محاسباتی سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌سازی و مدل‌سازی داده‌ها حاصل می‌شود که درواقع نوعی ارزیابی دیداری عینی است. دیگر روش‌های رایج استفاده‌شده تحلیل ویوشد[1]، قابلیت دید متقابل و تحلیل نقطهٔ دید در یک سلول برمبنای سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی است (Chhetri & Arrowsmith, 2003). ویوشد به محدوده و مکان یک عارضهٔ زمینی قابل دید از یک نقطهٔ دید خاص در ۳۶۰ درجه اشاره می‌کند که روشی مؤثر برای ارزیابی جذابیت‌های دیداری یک منظرهٔ خاص است (Arrowsmith, 2001). این مطالعه استفادهٔ گسترده از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی را نشان می‌دهد. ادغام سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی و روش‌های مدل‌سازی عامل‌مبنا، ابزارهای حامی تصمیم‌گیری پیشرفته‌تری را برای حل مسائل مدیریتی پیچیده از قبیل ارزیابی کیفیت زیبایی‌شناختی که تا چندی پیش یک منبع غیرقابل سنجش بوده فراهم کرده است (Chhetri & Arrowsmith, 2003).

مرور منابع مختلف داخلی نشان می‌دهد تا کنون در زمینهٔ ارزیابی کیفیت بصری به روش عینی (به کمک نرم‌افزار) پژوهشی انجام نشده است و چنین ارزیابی‌هایی بیشتر برمبنای رهیافت ادراکی و درک عموم افراد به کمک پرسش‌نامه‌ها انجام شده است که می‌توان به این موارد اشاره کرد: (Golchin & Masnavi, 2005)، درخصوص ارزیابی کیفیت بصری منظر بوستان کوهستانی فردوسی تهران با تأکید بر رویکرد زیبایی‌شناختی صوری کار کردند و ویژگی‌های عمومی منظر مشتمل بر عوامل فیزیکی، زیستی و انسانی را به روش ماتریس ارزیابی مطالعه کردند. (Aminzadeh & Ghoraishi, 2007)، کیفیت بصری و زیبایی‌شناسی پارک جنگلی سی‌سنگان را با توجه به ترجیحات زیبایی‌شناسی استفاده‌کنندگان برمبنای دو روش ارزیابی بصری (از طریق عکس‌برداری) و ارزیابی شفاهی (پرسش‌نامه) سنجیدند. (Motevalli, 2010)، به تحلیل موضوع کیفیت زیبایی‌شناختی با تدوین معیارهای سنجش و ارزیابی برپایهٔ مفهوم دیدهای متوالی در مسیر گردشگری دارآباد تهران پرداخت. (Jahani *et al*., 2011)، پس از تهیهٔ جداول یگان‌های محیط زیستی بخش پاتم، یگان‌ها را از بیشترین به کمترین گوناگونی و تنوع به‌ترتیب به‌منزلهٔ مناطق ممتاز، معمولی و ضعیف انتخاب کردند، سپس با مطالعات میدانی در میان طبقهٔ اول یا منظر ممتاز، نقاط خوش‌منظره و آزیموت هر کدام از این مناطق تهیه کردند. (Khalilnejad & Aminzadeh, 2011)، با استفاده از روش تهیهٔ فهرست و توصیف و تحلیل بصری با توجه به عوامل فضایی، ساختاری و نظم‌دهنده، کیفیت بصری پارک میان‌راهی خور را ارزیابی کردند. در زمینهٔ ارزیابی عینی ارزش‌های زیبایی‌شناختی در خارج از کشور پژوهش‌هایی انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود: (Bishop & Hulse, 1994)، برای تحلیل کیفیت بصری سیمای منظر، طبقه‌بندی‌ای برمبنای فاصلهٔ بین مشاهده‌گر و شیء ارائه کردند. برای بیان تأثیر فاصله روی قابلیت دید اشیا در سیمای سرزمین محدودهٔ ویوشد به فواصل تعیین‌شده برای پس‌زمینه، میان‌زمینه و پیش‌زمینه تقسیم‌بندی و درنهایت ارزش بصری هر منطقه براساس این سه تقسیم‌بندی مشخص شد. (Chhetri & Arrowsmith, 2003)، نقاط دارای ارزش زیبایی‌شناختی برای پارک ملی گرامپیان را با استفاده از درون‌یابی و ساختن لایه‌های ویوشد از معیارهای تأثیرگذار نقشه‌سازی کردند. (Ayad, 2005)، با

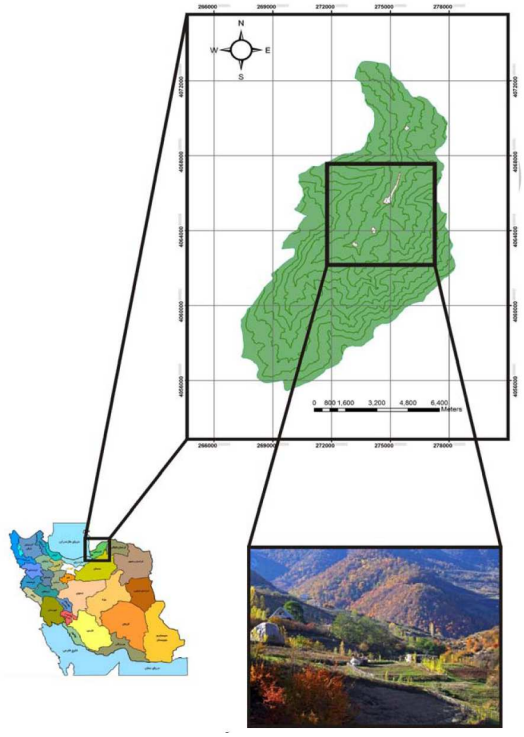
1. Viewshed

استفاده از سنجش از دور[1] و سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی تغییرات بصری سیمای سرزمین را در سواحل شمال غربی مصر با استفاده از درون‌یابی فضایی به روش کریجینگ مدل‌سازی کرد. پژوهش‌هایی از این قبیل منجر به توسعهٔ شیوه‌های هدفمند و مؤثر برای ارزیابی ویژگی‌های زیبایی‌شناختی شد. توانایی استفاده از مدل به‌منزلهٔ یک ابزار حفاظتی برای پیش‌بینی و مکان‌یابی مناظر زیبا یا حساس به تخریب در مسیرهای پیاده‌روی می‌تواند برای مدیران مفید و یک ابزار مناسب برای مدیریت پایدار سیستم‌های مسیرهای پیاده باشد (Alexandra, 2011). از این‌رو حوضهٔ زیارت به‌دلیل داشتن مسیرهای پیاده با مناظر برجسته، متفاوت و متنوع بررسی شد. هدف این پژوهش، ایجاد یک مدل فضایی ساده و قابل اطمینان است که بتواند جذابیت‌های دیداری در طول مسیرهای پیاده‌روی آبخیز زیارت را پیش‌بینی کند تا از این طریق بازدیدکنندگان بتوانند با انتخاب مسیرهای دارای ارزش زیبایی‌شناختی بالاتر در تفرج از لذت بیشتری برخوردار شوند. نتایج این پژوهش نیز می‌تواند به مسئولان در جهت حفظ، تقویت و بهبود مناظر دارای ارزش زیبایی‌شناختی یاری رساند.

۲. مواد و روش‌ها

۱.۲. معرفی منطقهٔ مطالعه‌شده

در این پژوهش مسیرهای پیاده‌روی آبخیز زیارت که یکی از مناطق تفرجی استان گلستان و از زیرحوضه‌های مهم رودخانهٔ قره‌سو در جنوب گرگان است برای ارزیابی کیفیت دیداری بررسی شد. آبخیز زیارت با ۶ زیرحوضه و مساحتی حدود ۹۷۸۰ هکتار در محدودهٔ جغرافیایی "۵۵ ' ۲۳ °۵۴ تا "۱۰ ' ۳۱ °۵۴ طول شرقی و "۵۸ ' ۳۷ °۳۶ تا "۱۱ ' ۴۶ °۳۶ عرض شمالی قرار گرفته‌است (شکل ۱). از آبادی‌های داخل حوضه می‌توان به روستای زیارت اشاره کرد که در ۱۳ کیلومتری جنوب شهر گرگان و در ارتفاع ۹۵۰ متری واقع شده‌است. ارتفاع متوسط حوضه ۱۷۰۸ متر، بیشترین ارتفاع در زیرحوضهٔ تول‌بنه با ۳۸۰۶ متر و کمترین ارتفاع، ۵۵۰ متر در ایستگاه هیدرومتری ناهارخوران واقع شده است و شیب متوسط این حوضه حدود ۴۱/۵ درصد است.



شکل۱. موقعیت آبخیز زیارت

۲.۲. روش کار

روش کار در ۷ مرحله به صورت جزئی به شرح زیر برای ارزیابی کیفیت دیداری منظر مسیرهای پیاده‌روی این حوضهٔ آبخیز بیان می‌شود (Eastman *et al.*, 1995):

- شناسایی معیارهای مؤثر بر ارزش زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین منطقهٔ مطالعه‌شده؛
- تهیهٔ نقشهٔ معیارها و محدودیت‌ها؛
- استانداردسازی معیارها و محدودیت‌ها؛
- وزن‌دهی به معیارها به روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[2]؛
- ادغام معیارها و محدودیت‌ها به روش ترکیب خطی وزن‌دار (WLC)[3] برای ارزیابی ارزش زیبایی‌شناختی منطقه؛

1. Remote Sensing

2. Analytical Hierarchy Process
3. Weighted Linear Combination

- آمایش منطقه به روش تناسب ناحیه‌ای سرزمین (ZLS)[1] برای زون‌بندی نهایی؛
- انتخاب و معرفی مسیرهای پیاده‌روی دارای کیفیت دیداری بالاتر براساس مدل ارائه‌شده.

با توجه به هدف این مطالعه که ایجاد یک مدل فضایی ساده و قابل اطمینان است، بعضی از متغیرها که قابل نقشه‌سازی نبودند یا سراسر منطقهٔ مطالعه‌شده را پوشش نمی‌دادند در مدل وارد نشدند. در ادامه چگونگی انجام هر یک از مراحل به صورت جزئی توضیح داده و نتایج ارائه می‌شوند.

۱.۲.۲. شناسایی معیارها

در این مدل هشت فاکتور تیپ پوشش گیاهی، تراکم پوشش گیاهی، تنوع تراکم پوشش گیاهی، اکوتون پوشش گیاهی، قابلیت دید آبشار، قابلیت دید قله، قابلیت دید رودخانه از مسیرهای دسترسی، قابلیت دید نقاط پرتنوع و دو محدودیت وجود عوارض انسان‌ساخت (مناطق مسکونی و جادهٔ آسفالته) برای مکان‌یابی مناطق دارای ارزش زیبایی‌شناختی با مرور منابع مختلف (Arrowsmith, 2001; Chhetri & Arrowsmith, 2003 و Ayad, 2005) و نظر کارشناسی ۵ نفر از استادان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتخاب شدند.

۲.۲.۲. تهیهٔ نقشه‌های فاکتور و محدودیت

- **تیپ پوشش گیاهی**

نقشهٔ تیپ پوشش گیاهی منطقه از سازمان جنگل‌ها و مراتع استان گلستان در مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ و با پنج طبقه به شرح زیر تهیه شد (جدول۱).

جدول۱. طبقه‌بندی تیپ پوشش گیاهی حوضهٔ آبخیز زیارت

طبقه	تیپ پوشش گیاهی (لاتین)	تیپ پوشش گیاهی (فارسی)	درصد تاج پوشش
۱	*Carpinus Betulus*	ممرز	>۷۵
۲	*Querqus Castenifolia - Carpinus Betulus*	بلند مازو- ممرز	>۷۵
۳	*Carpinus Betulus – Carpinus Orientalis*	ممرز- لور (ممرز شرقی)	۲۶ -۵۰
۴	*No Forest*	بدون درخت	۰
۵	*Juniperus Exelsa*	ارس	۲۶ -۵۰

- **تراکم پوشش گیاهی**

لایه NDVI[2] به‌منزلهٔ شاخصی از تراکم پوشش گیاهی در نرم‌افزار ایدریسی تهیه شد. این شاخص با استفاده از رابطهٔ ۱ قابل تخمین است.

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \qquad (1)$$

- **تنوع تراکم پوشش گیاهی**

برای تهیهٔ نقشه تنوع تراکم پوشش گیاهی ابتدا با توجه به شکستگی‌های موجود در هیستوگرام نقشهٔ NDVI، این نقشه با استفاده از دستور طبقه‌بندی مجدد در نرم‌افزار ایدریسی در ۶ طبقه، طبقه‌بندی شد. سپس از نقشهٔ NDVI طبقه‌بندی شده، با استفاده از دستور الگو[3]، NDC[4] با فیلتر ۳×۳، را تهیه کرده تا پیکسل‌هایی که حداقل سه طبقهٔ متفاوت از تراکم پوشش گیاهی دارند جدا شوند و نقشهٔ تنوع تراکم پوشش گیاهی به دست آید.

- **اکوتون پوشش گیاهی**

لایهٔ اکوتون پوشش گیاهی با استفاده از ماژول الگو و انتخاب دستور CVN[5] همراه با فیلتر ۵×۵ از نقشهٔ تیپ پوشش گیاهی تهیه شد. سپس نقشهٔ به‌دست‌آمده را طبقه‌بندی مجدد کرده و به مناطقی که اکوتون پوشش گیاهی دارند ارزش یک و به سایر مناطق ارزش صفر داده شد. درنهایت از نقشهٔ

1. Zonal Land Suitability
2. Normalized Difference Vegetation Index
3. Pattern
4. Number of Different Classes
5. Central Versus Neighbor (مرکز در مقابل همسایه)

طبقه‌بندی شدهٔ مجدد، بافر ۳۰ متری تهیه شد (در مطالعات مختلف اعداد متفاوت‌اند، ولی در این پژوهش با توجه به اندازهٔ پیکسل نقشه‌ها که ۳۰ متری است بافر ۳۰ متری یعنی به اندازهٔ یک پیکسل نقشهٔ پایه در نظر گرفته شد).

- **قابلیت دید نقاط پرتنوع**

برای شناسایی و تعیین موقعیت مکانی نقاط پرتنوع ابتدا از روی نقشهٔ Dem منطقه، نقشهٔ شکل زمین استخراج سپس با استفاده از دستور فیلتر از نقشهٔ شکل زمین، فیلتر مد ۳×۳ تهیه شد، تا بزرگ‌ترین تنوع در هر پنجره به آن پنجره اطلاق شود. در ادامه از نقشهٔ فیلترشدهٔ به‌دست‌آمده، NDC7×7 تهیه شد و درنهایت طبقهٔ آخر این نقشه که نشان‌دهندهٔ متنوع‌ترین نقاط موجود در منطقهٔ مطالعه‌شده است، با استفاده از دستور طبقه‌بندی مجدد جدا شد. از آنجا که هدف پژوهش مورد نظر تعیین کیفیت دیداری سیمای سرزمین‌های موجود در منطقهٔ مطالعه‌شده است، بنابراین این نقاط متنوع باید توسط بازدیدکننده قابل دید باشد از این‌رو نقشهٔ قابلیت دید با استفاده از دستور ویوشد در محدودهٔ سه کیلومتری در نرم‌افزار ایدریسی تهیه شد تا مناطقی که به این نقاط دید ندارند حذف شوند.

- **قابلیت دید آبشار**

برای تعیین قابلیت دید آبشارها به‌منزلهٔ یک عارضهٔ طبیعی تأثیرگذار در جاذبهٔ دیداری پس از مشخص کردن موقعیت مکانی آبشارها به کمک نرم‌افزار Google Earth و وارد کردن آن‌ها در محیط ایدریسی، دستور ویوشد در محدودهٔ جست‌وجوی ۲۰۰ متری اجرا شد تا مناطقی که به این نقاط دید ندارند حذف شوند. با توجه به مطالعات میدانی و از آنجا که آبشارهای این منطقه معمولاً درون دره‌ها قرار دارند، در فصل بهار و تابستان با توجه به پوشش گیاهی موجود در منطقهٔ آبشارها از فاصلهٔ حدود ۱۰۰ متری قابل رؤیت‌اند ولی در فصل پاییز و زمستان قابلیت دید تا ۵۰۰ متر هم می‌رسد. با توجه به این موارد در این پژوهش میانگینی از این فواصل در نظر گرفته و محدودهٔ جست‌وجو تا ۲۰۰ متر تعیین شد.

- **قابلیت دید قله**

برای تهیهٔ نقشهٔ قابلیت دید قله‌ها، پس از جدا کردن طبقهٔ قله از روی نقشهٔ شکل زمین، دستور ویوشد در محدودهٔ جست‌وجوی ۱۰ کیلومتری اجرا شد تا پیکسل‌هایی که از آنجا قابلیت دید قلل مختلف وجود ندارد، حذف شوند، زیرا فرض بر این است که چشم انسان در هوای صاف (بدون ابر، مه و گرد و غبار) و بدون مانع قابلیت دید قله‌ها را در محدودهٔ ۱۰ کیلومتری دارد (Porteous, 1996).

- **قابلیت دید رودخانه از مسیرهای دسترسی**

برای تهیهٔ نقشهٔ رودخانه، با استفاده از دستور رواناب[1] آبراهه‌های موجود در حوضهٔ آبخیز شناسایی شد، سپس با توجه به اینکه اگر سلولی بیشتر از ۲۰۰ سلول اطراف، آب دریافت کند آن سلول بستر رودخانه است (SalmanMahini, 2011)، نقشهٔ رواناب را طبقه‌بندی مجدد کرده تا بستر رودخانه مشخص شود. البته عدد ذکرشده در مناطق مختلف با توجه به اقلیم منطقه متفاوت است و در مناطق خشک تا ۴۰۰ سلول هم می‌رسد (SalmanMahini, 2011)، سپس از رودخانه بافر ۳۰۰ متری تهیه شد و با اجرای دستور cross-tab، نقشهٔ حاصل با نقشهٔ مسیرهای دسترسی روی هم انداخته شد و با استفاده از دستور طبقه‌بندی مجدد طبقهٔ مشترک جدا شد تا از این طریق مسیرهای دسترسی که در حد فاصل ۳۰۰ متری رودخانه‌ها هستند و از آنجا قابلیت دید رودخانه وجود دارد، مشخص شوند.

- **محدودیت‌ها**

مناطق مسکونی و جادهٔ آسفالته: انواع عوارض انسان‌ساخت موجود در منطقه شامل ساختمان‌ها و مناطق مسکونی، جادهٔ آسفالته و سدهاست. با توجه به نظر کارشناسان و مطالعات میدانی انجام‌شده در منطقه، مناطق مسکونی و جاده بیشترین تأثیر منفی را بر ارزش زیبایی‌شناختی منظر موجود در مسیرهای پیاده‌روی داشتند، از این‌رو به‌منزلهٔ محدودیت در نظر گرفته شدند. نقشهٔ مناطق مسکونی و جاده‌ها به کمک دستور طبقه‌بندی مجدد و جدا کردن دو طبقه مناطق مسکونی و جاده‌ها از روی نقشهٔ کاربری اراضی تهیه شدند.

1. Run off

۳.۲.۲. فازی‌سازی فاکتورها

- **فازی‌سازی تیپ پوشش گیاهی**

برای فازی کردن نقشهٔ تیپ پوشش گیاهی، براساس جدول۲ با استفاده از دستور Edit - Assign، طبقات مختلف رتبه‌دهی شدند. طبقهٔ ۳ به دلیل تنوع تیپ پوشش گیاهی و درصد تاج‌پوشش مناسب رتبهٔ ۱ (درصد بسیار بالای دید سبب محدود شدن میدان دید می‌شود) و طبقهٔ ۴ رتبهٔ ۵ را به خود اختصاص داد. با توجه به هدف این مطالعه که تعیین کیفیت دیداری سیمای مناظر موجود در منطقه است، وسعت میدان دید نسبت به تنوع اهمیت بیشتری دارد بنابراین طبقهٔ ۵ نسبت به طبقهٔ ۲ رتبهٔ بهتری را به خود اختصاص داد و طبقهٔ ۲ نیز در مقایسه با طبقهٔ ۱ با توجه به یکسان بودن درصد تاج پوشش، به علت تنوع بیشتر رتبه بهتری گرفت.

جدول۲. رتبه‌بندی تیپ پوشش گیاهی

رتبه	درصد تاج پوشش	تیپ پوشش گیاهی (فارسی)	تیپ پوشش گیاهی (لاتین)	طبقه
۴	>۷۵%	ممرز	*Carpinus Betulus*	۱
۳	>۷۵%	بلند مازو- ممرز	*Querqus Castenifolia - Carpinus Betulus*	۲
۱	۲۶ -۵۰ %	ممرز- لور (ممرز شرقی)	*Carpinus Betulus – Carpinus Orientalis*	۳
۵	۰	بدون درخت	*No Forest*	۴
۲	۲۶ -۵۰ %	ارس	*Juniperus Exelsa*	۵

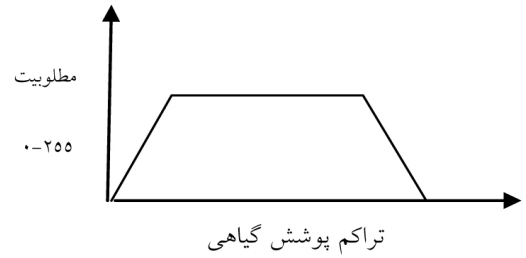
بعد از انجام مراحل بالا نقشهٔ به‌دست‌آمده از مرحلهٔ قبل با استفاده از تابع خطی کاهشی (طبقهٔ ۱ بالاترین ارزش و طبقهٔ ۵ کمترین ارزش) در محدودهٔ ۲۵۵-۰ فازی شد.

- **فازی‌سازی نقشهٔ تراکم پوشش گیاهی**

نقشهٔ تراکم پوشش گیاهی با استفاده از تابع خطی متقارن، فازی شد (شکل۲). مطابق نمودار، افزایش تراکم پوشش گیاهی تا یک آستانه‌ای سبب افزایش ارزش زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین می‌شود و سپس در یک محدودهٔ خاص ثابت می‌ماند، ولی افزایش پوشش گیاهی پس از گذر از حد آستانه به علت محدودیتی که در میدان دید ایجاد می‌کند از ارزش زیبایی‌شناختی منظر می‌کاهد.

- **فازی‌سازی نقشهٔ تنوع تراکم پوشش گیاهی**

نقشهٔ تنوع تراکم پوشش گیاهی با استفاده از تابع خطی افزایشی در محدودهٔ ۲۵۵-۰ فازی شد. هر پیکسلی که تنوع بیشتری داشت ارزش بالاتری گرفت (SalmanMahini, 2011).



شکل۲. تابع استفاده‌شده برای استانداردسازی نقشهٔ تراکم پوشش گیاهی

- **فازی‌سازی سایر عوامل مؤثر**

سایر عوامل مؤثر مطابق جدول۳ با استفاده از تابع تعریف‌شده توسط کاربر فازی شدند.

جدول۳. امتیاز فازی اختصاص‌یافته به سایر معیارها

فاکتور	اکوتون پوشش گیاهی	نقاط پرتنوع	قابلیت دید آبشار	قابلیت دید قله	دسترسی به رودخانه از مسیرها
امتیاز فازی	۲۵۵	۲۵۵	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰

۴.۲.۲. وزن‌دهی به فاکتورها

برای وزن‌دهی به پارامترها از روش مقایسات زوجی (AHP) استفاده شد. برای این منظور ابتدا پرسش‌نامه‌ای تدوین و بین ۵ نفر از استادان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان برای وزن‌دهی به عوامل مختلف توزیع شد. AHP سه مرحلهٔ کلی دارد: ماتریس مقایسهٔ زوجی، وزن‌دهی به معیارها و تخمین نرخ سازگاری. نرخ سازگاری، سازوکاری است که بیان می‌دارد تا چه اندازه می‌توان به اولویت‌های حاصل‌شده اعتماد کرد (Mohamadi & Zangi abadi, 2009). میزان ضریب ناسازگاری اغلب تا ۱ درصد قابل قبول است و اگر ضریب بالاتر از ۱ درصد باشد نیازمند تجدیدنظر در داوری است (Ryngnga, 2008).

۵.۲.۲. ادغام فاکتورها و محدودیت‌ها به روش ترکیب خطی وزنی

رایج‌ترین شیوه برای ادغام معیارها برای تحلیل تناسب زمین، روش ترکیب خطی وزن‌دار است. این رویکرد به وسیلهٔ Eastman در سال ۱۹۹۵ توسعه یافت (SalmanMahini, 2011). در این رویکرد اطلاعات زمینی تبدیل به مجموعه‌هایی از فاکتورهای مربوط به منطقهٔ مطالعه‌شده می‌شود. این فاکتورها پس از وزن‌دهی، ترکیب می‌شوند و در ادامه با روی هم‌گذاری و جمع‌بندی، نقشهٔ تناسب کاربری مورد نظر به دست می‌آید.

۶.۲.۲. پهنه‌بندی منطقه به روش مطلوبیت ناحیه‌ای سرزمین

در این مطالعه، پهنه‌بندی منطقه از نظر ارزش زیبایی‌شناختی با استفاده از روش ZLS انجام می‌شود، ZLS مخفف کلمهٔ Zonal Land Suitability به معنای مطلوبیت ناحیه‌ای سرزمین است. این روش یک روش غیرپیکسلی، ناحیه‌ای و پلی‌گونی است که از قابلیت ماکرو یا همان Site Select استفاده می‌کند و سه پیش‌فرض دارد:

- همیشه استفاده از سرزمین باید برمبنای چند هدف باشد.
- میان پیکسل‌های هر نقشه بهترین را برای هر کاربری انتخاب می‌کند.
- برای هر کاربری ارجح‌ترین منطقه را انتخاب می‌کند.

برای اجرای این دستور ابتدا فایل ماکرو با پسوند iml ایجاد و سپس در نرم‌افزار ایدریسی از منوی file دستور ماکرو اجرا شود. در این مرحله در قسمت parameters کاربر باید چهار فاکتور ماکرو شامل اسم فایل ورودی، حداقل آستانه مطلوبیت، حداقل اندازهٔ مکان و اسم فایل خروجی را وارد کند (SalmanMahini & Kamyab, 2010). پس از وارد کردن موارد فوق و اجرای دستور، دو جدول و تصویر دو نقشه نمایش داده می‌شود، نقشهٔ اول هر مکان را با یک ID منحصر به فرد نشان می‌دهد و دومی مکان‌ها را با استفاده از امتیازات مطلوبیت پیوسته اصلی نشان می‌دهد. نقشهٔ اول به صورت خودکار توسط ماکرویی با نام SITEID مشخص می‌شود. این نقشه به‌منزلهٔ فایل تعریف‌کنندهٔ عارضه برای استخراج آمار مکان‌ها استفاده می‌شود. نام نقشهٔ دوم توسط کاربر و در زمان اجرای ماکرو تعیین می‌شود. از دو جدولی که داده‌های آماری مربوط به هر SITEID را نشان می‌دهند یک جدول شامل میانگین امتیاز مطلوبیت، محدودهٔ امتیازها و انحراف معیار امتیازهاست و جدول دیگر نشان‌دهندهٔ مساحت هر مکان برحسب هکتار است.

۷.۲.۲. انتخاب و معرفی مسیرهای پیاده‌روی برتر

پس از تهیهٔ نقشهٔ ZLS، نقشه به‌دست‌آمده با استفاده از دستور cross-tab در نرم‌افزار ایدریسی با نقشهٔ مسیرهای پیاده‌روی موجود در منطقهٔ مطالعه‌شده روی هم‌گذاری می‌شود و مسیرهایی که بیشترین هم‌پوشانی را با نقشهٔ ZLS دارند، جدا می‌شوند.

۳. نتایج

همان‌طور که در قسمت‌های قبل بیان شد در گام‌های اول تا دوم ابتدا معیارها و محدودیت‌های مؤثر بر ارزش زیبایی‌شناختی منطقهٔ مطالعه‌شده شناسایی و نقشه‌سازی شدند و پس از فازی کردن نقشه‌ها در گام سوم، جهت وزن‌دهی به پارامترها در گام چهارم از روش مقایسات زوجی (AHP) استفاده شد. جدول۴ وزن هر یک از معیارها را نشان می‌دهد. وزن‌ها نشان‌دهندهٔ اهمیت نسبی هر یک از معیارها در مقایسه با ارزش کلی آن‌ها در سیمای سرزمین هستند.

جدول۴. وزن‌های به‌دست‌آمده از ماتریس مقایسات زوجی فاکتورهای مؤثر بر مدلسازی ارزش زیبایی‌شناختی سیمای سرزمین

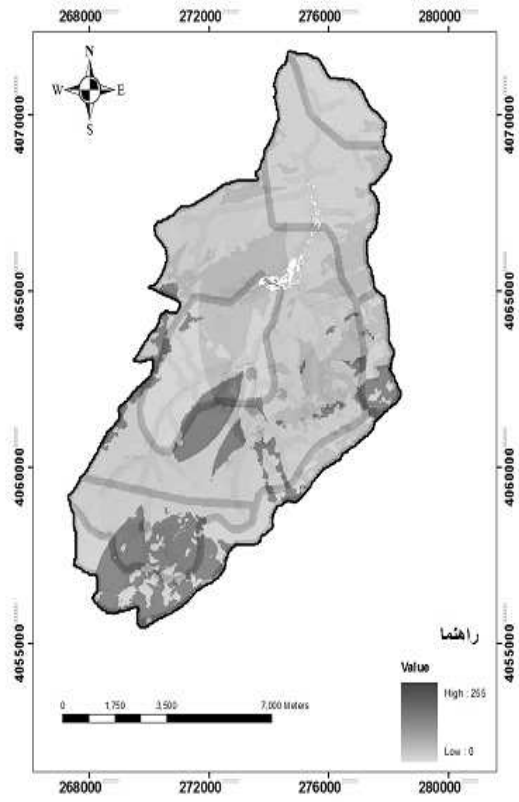
متغیر	وزن AHP
نقاط پرتنوع	۰/۳۱۴
قابلیت دید آبشار	۰/۲۲۴
اکوتون پوشش گیاهی	۰/۱۵۶
قابلیت دید قله	۰/۱۱۲
دسترسی به آب از مسیرها	۰/۰۷۹۳
تیپ پوشش گیاهی	۰/۰۵۰۹
تنوع تراکم پوشش گیاهی	۰/۰۳۹۵
تراکم پوشش گیاهی	۰/۰۲۴۳
ضریب ناسازگاری	۰/۰۴

در پژوهش انجام‌شده نرخ ناسازگاری ۰/۰۴ درصد محاسبه شد که چون کمتر از ۱ درصد است، وزن‌دهی صحیح است و تجدیدنظر در داوری لازم نیست.

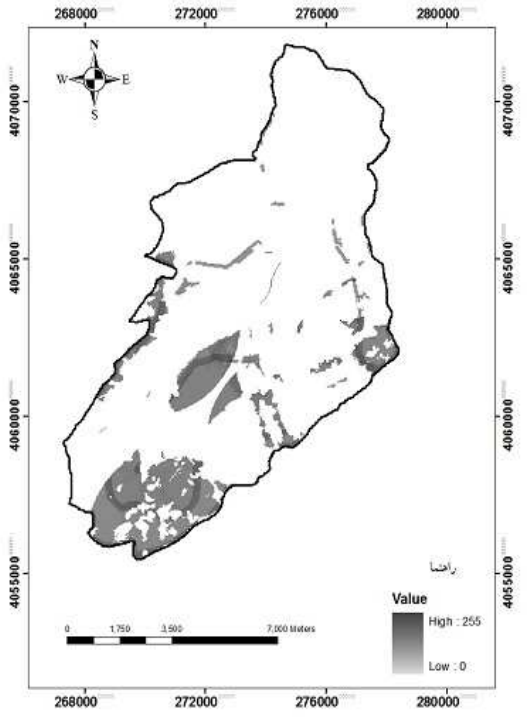
در گام بعدی به‌منظور ارزیابی توان منطقه برای مکان‌یابی مناطق دارای ارزش زیبایی‌شناختی با به‌کارگیری روش ترکیب خطی وزن‌دار، عمل تلفیق نقشه‌های استانداردشده شامل عامل‌ها، لایه‌های محدودیت و وزن‌های متناظر آن‌ها در محیط GIS انجام شد. شکل۳ نقشهٔ ارزش زیبایی‌شناختی منطقه که در محدودهٔ ۲۵۵-۰ بسط داده شده است را نشان می‌دهد. با افزایش ارزش در نقاط، مطلوبیت این مناطق از نظر ارزش زیبایی‌شناختی و کیفیت دیداری افزایش می‌یابد.

همان‌طور که در گام ششم گفته شد برای پهنه‌بندی مناطق دارای ارزش زیبایی‌شناختی در منطقه دستور ZLS اجرا شد. در این پژوهش آستانهٔ مطلوبیت ۱۵۰ و حداقل اندازهٔ مکان یک هکتار در نظر گرفته شد و مناطقی که ارزش ۱۵۰ به بالا و مساحت بیش از یک هکتار داشتند، جدا شدند. شکل۴ تمام مناطقی که ارزش بیش از ۱۵۰ دارند را نشان می‌دهد. با افزایش ارزش در محدودهٔ ۲۵۵-۰ ارزش زیبایی‌شناختی افزایش می‌یابد.

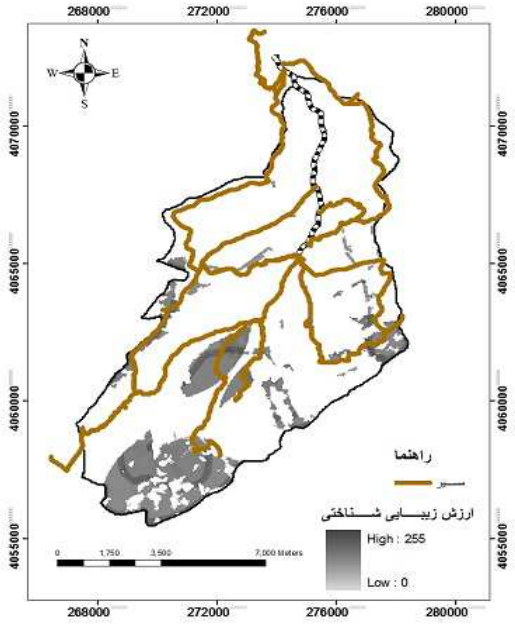
در گام آخر پس از تهیهٔ نقشه ZLS، نقشه به‌دست‌آمده با نقشهٔ کلیهٔ مسیرهای پیاده‌روی موجود در منطقهٔ مطالعه‌شده روی هم گذاری شد (شکل۵)، در نتیجه مسیرهایی که بیشترین هم‌پوشانی را با نقشهٔ ZLS داشتند به‌منزلهٔ مسیرهای برتر مجزا شدند.



شکل۳. نقشهٔ کیفیت دیداری حوضهٔ آبخیز زیارت

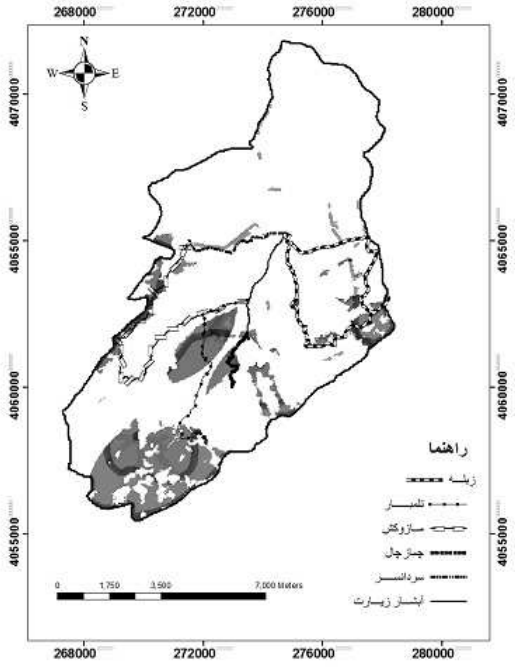


شکل۴. نقشهٔ تناسب ناحیه‌ای ارزش زیبایی‌شناختی



شکل۵. نقشهٔ هم‌پوشانی مسیرهای پیاده‌روی آبخیز زیارت با مناطق دارای ارزش زیبایی‌شناختی

شکل۶ موقعیت مکانی مسیرهایی را که مسیرهای زیباتر معرفی شدند نشان می‌دهد. مسیرهای آبشار زیارت، چمازچال، مازوکش، سردانسر، تلمبار و زبله از جملهٔ آن‌هاست.



شکل۶. نقشهٔ موقعیت مکانی ۶ مسیر برتر و ارزش زیبایی‌شناختی مسیرها

۴. بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه یک روش فضایی جدید و قابل تکرار برای ارزیابی کیفیت دیداری سیمای سرزمین ارائه داده است. این روش را می‌توان در مناطق دیگر و با انتخاب معیارهای تأثیرگذار با توجه به شرایط محیطی منطقه به کار برد. اطلاعات به‌دست‌آمده از این مدل، می‌تواند فرایند تصمیم‌گیری برای مکان‌یابی و انتخاب مناطق تفرجگاهی زیباتر را تسهیل کند. در این پژوهش با توجه به هدف که ارزیابی و مدلسازی ارزش‌های زیبایی‌شناختی مسیرهای پیاده‌روی آبخیز زیارت است، نشان داده شد که می‌توان با استفاده از ارزیابی چندمعیاره به روش ترکیب خطی وزن‌دار به‌منزلهٔ یک رهیافت عینی به ارزیابی کیفیت دیداری پرداخت.

(Chhetri & Arrowsmith, 2003)، (*et al.*, 2004 Arriaza)، (Ayad, 2005)، (Fourier, 2005) و (Wu *et al.*, 2006) نیز با استفاده از روش عینی و به کمک نرم‌افزار به ارزیابی کیفیت دیداری سیمای سرزمین پرداختند. در این پژوهش هشت فاکتور مؤثر بر ارزش زیبایی‌شناختی شامل تیپ پوشش گیاهی، تراکم پوشش گیاهی، تنوع تراکم پوشش گیاهی، اکوتون پوشش گیاهی، قابلیت دید آبشار، قابلیت دید قله، قابلیت دید رودخانه از مسیرهای دسترسی، قابلیت دید نقاط پرتنوع و دو عامل محدودکننده مناطق مسکونی و جادهٔ آسفالته برای ارزیابی کیفیت دیداری وارد مدل شدندکه مطابق جدول۴، قابلیت دید نقاط پرتنوع و تنوع شکل زمین نسبت به سایر معیارها وزن و اهمیت بیشتری را در مدل به خود اختصاص دادند. نتایج حاصل از ارزیابی عینی نشان داد که به‌ترتیب مسیرهای تلمبار، مازوکش، زبله، چمازچال، سردانسر و مسیر آبشار زیارت ارزش دیداری بالاتری نسبت به دیگر مسیرها دارند و به‌منزلهٔ مسیرهای برتر معرفی شدند. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش به طور قابل توجهی با نتیجهٔ پژوهش انجام‌شده توسط Rafiani در سال 1390 که ارزیابی کیفیت دیداری را با روش ادراکی و از طریق بازدیدهای میدانی انجام داده بود هم‌خوانی و مطابقت داشت. لازم به ذکر است که اغلب این مسیرها، از خطالرأس‌های آبخیز زیارت گذشته و

همگی در نیمهٔ جنوبی این حوضه قرار دارند و متوسط ارتفاع بالاتری نسبت به مسیرهای نیمه شمالی دارند. بنابراین، می‌توان این موضوع را تصدیق کرد که همراه با افزایش ارتفاع میزان بکر بودن نیز افزایش یافته و بکر بودن روی ارزش زیبایی مناظر تأثیر به‌سزایی دارد. درنهایت نتایج این پژوهش می‌تواند به گردشگران برای انتخاب مسیرهای دارای ارزش زیبایی‌شناختی بالاتر یاری رساند و افراد بتوانند در تفرج از لذت بیشتری برخوردار شوند. نتایج حاصل از این پژوهش نیز می‌تواند به مسئولان در جهت حفظ، تقویت و بهبود مناظر دارای ارزش زیبایی‌شناختی کمک کند تا آن‌ها در آینده بتوانند با ایجاد برنامهٔ تضمین کیفیت ارزش‌های زیبایی‌شناختی موجود در مسیرها و تلاش برای بهبود وضعیت مناظر تخریب شده و در معرض تهدید به حفظ ارزش‌های زیبایی‌شناختی مناطق تفرجگاهی کمک کنند.

REFERENCES

1. Alexsandra M. Tomczyk. 2011. A GIS assessment and modelling of environmental sensitivity of recreational trails: The case of Gorce National Park, Poland. Applied Geography. Vol.31. pp:339-351.
2. Aminzadeh, B. & Ghorashi, S. 2007. Scenic Landscape Quality and Recreational Activities in Natural Forest Parks, Iran. International Journal of Environment. Vol. 1(1), pp:5-13
3. Aminzadeh, B. 2002. Landscape, Pattern, Perception and Process. Tehran University Press. 256p. (in Persian)
4. Arriaza, M., Canas-Ortega, J.F., Canas-Madueno, J.A. and Ruiz-Aviles, P. 2004. Assessing the Visual Quality of Rural Landscapes. Landscape and Urban Planning. Vol. 69. pp: 115-125.
5. Arrowsmith, C. 2001. Modelling Tourism Potential for Nature-Based Tourism. Proceeding of The Australian Academy of Science Fenner Conference. Canberra.
6. Ayad, Y. 2005. Remote Sensing and GIS in Modeling Visual Landscape Change: a case study of the Northwestern arid coast of Egypt. Landscape and Urban Planning. Vol.73, pp: 307–325.
7. Bishop, I.D. & Hulse, D.W. 1994. Prediction of Scenic Beauty using Mapped Data and Geographic Information Systems. Landscape and Urban Planning. Vol. 30, pp: 59-70.
8. Chhetri, P. & Arrowsmith,C. 2003. Mapping the potential of scenic views for the Grampian National park. Proceeding of 21 International Cartographic Conference (ICC). Durban, South Africa.
9. Clay, GR & Daniel, TC. 2000. Scenic Landscape Assessment, the Effects of Land Management Jurisdiction on Public Perception of Scenic Beauty. Landscape and Urban Planning. Vol. 49. pp: 1-13.
10. Eastman, J.R., Jin. W., Keym, P.A. And Toledano, J. 1995. Raster procedure for multi criteria and multi objective decisions photogrammetric Engineering & Remote sensing. Vol. 61(5). pp: 539-547.
11. Fourier, R. 2005. Applying GIS in the Evaluation of Landscape Aesthetics. Thesis presented in partial fulfillment of requirements for the degree of Master of Art at the University of Stellenbosch. 70p.
12. Golchin, P., Masnavi, M. R. 2005. Landscape visual quality assessment of urban green spaces using visual aesthetic approach: Case study: Ferdowsi Mountain Park of Tehran. Viewed in www.civilica.com, 2/10/2011. (in Persian).
13. Jahani, A., Makhdoum, M., Feghhi, j. and Etemad, A. 2011. Determine the quality of the landscape and view points in order to ecotourism land use (Case study: Patm part of Kheyrood forest). Environmental research. Vol:3. Pp:13-20. (in Persian).
14. Khalilnejad, M. R., Aminzadeh, B. 2011. Visual management strategies in Khour park of South Khorasan Province.). Environmental research. Vol:3. Pp:1-12. (in Persian).
15. Mohamadi, M; Zangi abadi, A. 2009. Site selecting of ecotourism suitability in Chaharmahal o Bakhtiari with using of SWOT. Environmental Sciences. Vol. 47. pp: 1-10. (in Persian).

16. Motevalli, M. 2010. Review and assess the aesthetic quality of the landscape based on the concept of sequential views, Case Study: Darabad tourism route of Tehran. Armanshahr. Vol: 5. Pp: 123-139. (in Persian).

17. Porteous, J. D. 1996. Environmental Aesthetics: Ideas, Politics and Planning. Translated by: Mohammad Reza Masnavi, 1389. Pub: jahade daneshgahi Mashhad. (in Persian).

18. Rafiani, P. 1390. Surveying and Categorizing of Walking Tracks in Natural Ecotourism Area, Case Study: Walking Tracks of Ziarat watershed. M.Sc. thesis of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (in Persian).

19. Ryngnga, P.K. 2008. Ecotourism prioritization: A geographic information system approach. Tourism and Heritage. Vol. 1. pp: 50-56.

20. SalmanMahini, A; kamyab, HR. 2010. Applied Remote Sensing and GIS with Idrisi. Mehre Mahdis Press, Tehran, 582p. (in Persian).

21. SalmanMahini, AR. 2011. Land use planning pamphlet. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. (in Persian).

22. Sung, D, G.; Lim, SH.; Ko, J & Cho, G. 2001. Scenic Evaluation of Landscape for Urban Design Purposes Using GIS and ANN. Landscape and Urban Planning. Vol. 56, pp: 75-85.

23. Wu, Y., Bishop, I.D., Hossain, H. and Sposito, V. 2006. Applying GIS in Landscape Visual Quality Assessment. Applied GIS. Vol.2(3). pp:1-20.

.