

## ارزیابی توان محیط زیستی منطقه حفاظت شده ورجین به منظور استقرار کاربری گردشگری با استفاده از روش ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCEM)

سید علی جوزی<sup>\*۱</sup>

سحر رضایان<sup>۲</sup>

کاوه آقامیری<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۸۸/۴/۲۰

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۱۵

### چکیده

منطقه حفاظت شده ورجین با مساحت ۲۶۹۰۷ هکتار، منطقه ای است کوهستانی که در بخش لواسانات و رودبار قصران از توابع شهرستان شمیرانات واقع شده است. این منطقه به دلیل جاذبه های طبیعی و نزدیکی آن به کلان شهر تهران از جمله عرصه هایی است که واجد توان مناسب جهت توسعه کاربری گردشگری است. این مطالعه با هدف تعیین توان محیط زیستی منطقه به منظور استقرار کاربری گردشگری به انجام رسیده است. بدین منظور پس از شناسایی منابع اکولوژیکی عرصه تحت بررسی در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، اطلاعات لایه های نقشه ای به محیط نرم افزار Arc GIS 9.2 معرفی شد. با عنایت به این که برای استقرار کاربری توریسم به ارزیابی همزمان چندین معیار یا متغیر نیاز است، در این پژوهش از روش ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCEM) استفاده گردید. بدین منظور، نخست به تولید نقشه های معیار و استاندارد سازی آن ها مبادرت شد. این مهم با کمک روش فازی و توابع S شکل به انجام رسید. در مجموع از اطلاعات شانزده لایه به عنوان نقشه های معیار برای سنجش توان کاربری تفرج گسترده و هفده لایه برای ارزیابی مکانی کاربری تفرج متمرکز استفاده شد. کار وزن دهی به معیارها با توجه به نوع کاربری ها، با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در محیط نرم افزار Expert Choice به انجام رسید. در ادامه رابطه ریاضی توسعه کاربری های تفرج گسترده و متمرکز استخراج شد. با هدف تحلیل تناسب سرزمین برای توسعه کاربری های مورد انتظار از روش ترکیب خطی وزن دار استفاده و نقشه نهایی کاربری های تفرج گسترده و متمرکز از روی هم گذاری اطلاعات نقشه های معیار تولید گردید. نتایج این مطالعه نشان می دهد در حدود ۴۶۴۱/۴۶ هکتار معادل ۱۷/۲۵٪ از منطقه حفاظت شده ورجین برای توسعه کاربری تفرج گسترده دارای شرایط مناسب (امتیاز بالاتر از ۲۰۰) و در عین

۱- استادیار گروه مهندسی منابع طبیعی - محیط زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال<sup>\*</sup> (مسئول مکاتبات).

۲- عضو هیات علمی گروه مهندسی منابع طبیعی - محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود.

۳- دانش آموخته دوره کارشناسی ارشد رشته مهندسی طراحی محیط، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

حال حدود ۷/۱۲٪ معادل ۱۹۱۵/۷۸ هکتار از این منطقه نیز واجد شرایط ایده آل (امتیاز بیشتر از ۲۰۰) جهت توسعه کاربری تفرج متمرکز است.

**واژه های کلیدی:** ارزیابی توان محیط زیستی، تفرج، سامانه اطلاعات جغرافیایی، روش ارزیابی چند معیاره مکانی، منطقه حفاظت شده ورجین، استان تهران

## مقدمه

مفهومی ۱ در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) نیز در تعیین وزن و اولویت نسبی کاربری های مورد انتظار در قالب گزینه های مکانی، رواج یافته و توصیه می گردد. امروزه مدل های مفهومی در مرحله تدوین و اولویت بندی برنامه ها، سناریوها و گزینه های مدیریت، کاربردهای گسترده ای یافته اند. "Ramakrishna (۲۰۰۳)" مدل مفهومی با وزن دهی به روش خبرگی موسوم به روش "دلفی" ۳ را برای تخصیص ۱۱ کاربری در یک آبخیز کوچک در کشور هندوستان به کار برده است (۱). "Chan & Huang" در سال ۲۰۰۴ به منظور حل تعارض بین کاربری حفاظت محیط زیست و برنامه توسعه طبیعت گردی در منطقه ای ساحلی در کشور تائوان با به کار بردن ۲۷ پارامتر ابداعی و دو سناریو از روش های ارزیابی چند معیاره بهره گیری نمودند (۲). "Shi" و همکارانش نیز در سال ۲۰۰۴ در مناطق حومه شهر شانگهای در کشور چین نقاط قوت و ضعف سناریوهای توسعه گردشگری منطقه را به کمک مدل های مبتنی بر روش های چند معیاره مکانی با به کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی تجزیه و تحلیل و ارزیابی نمودند (۳).

در مطالعات تعیین توان اکولوژیکی عرصه ها، عموماً تحلیل های فضایی ۴، چند متغیره و چند معیاری اند. برنامه ریزان و تصمیم گیرندگان سرزمین برای حل مسایل خویش باطیف وسیعی از داده ها و اطلاعات مواجهند که استفاده، تلفیق و تحلیل آن ها به سبب حجم بالا و ماهیت متفاوت، معمولاً بسیار پیچیده و مشکل می نماید. ارزیابی تناسب

توسعه بدون برنامه و لجام گسیخته یکی از معضلات اصلی جوامع در حال توسعه است. ارزیابی توان اکولوژیک به مثابه مطالعات پایه و شالوده آمایش سرزمین از جمله اقدامات بایسته در زمینه همگام نمودن فرآیند توسعه با ظرفیت قابل تحمل طبیعت جهت نیل به اهداف توسعه پایدار است. از سویی دیگر روابط بین انسان و محیط زیست با حذف تدریجی تفکر قدیمی "انسان بر طبیعت" به درک واقعی مفهوم "انسان با طبیعت" نایل شده است. امروزه اندیشه تعامل انسان با محیط زیست به سرعت گسترش یافته، این تعاملات در عرصه های مختلف اقتصادی، اجتماعی، صنعتی، سیاسی و فرهنگی رسوخ پیدا کرده تا جایی که چهارچوب فکری غالب تصمیم گیرندگان بر پایه نداشتن تعارض طرح های توسعه با مبانی بنیادین حفاظت محیط زیست شکل گرفته است. ظهور و تاکید بر رویکردهایی چون ارزیابی محیط زیست و اکولوژی صنعتی دست مایه چنین تفکر نوپیدایی است. در همین راستا و با هدف آشتی دادن انسان با مام طبیعت توجه به مباحث توسعه و ترویج گردشگری طبیعت و فعالیت های تفرجگاهی به ویژه در مناطق مستعد تحت سیانت از جمله مناطق حفاظت شده، از اقداماتی است که ضمن اعتلای فرهنگ شناخت، پاس داشت و حفاظت از محیط زیست، می تواند با ایجاد رونق اقتصادی به ویژه برای جوامع بومی، از تعرضات به این نواحی نیز بکاهد. سال هاست که روش سیستمی ابداعی Mc Harg در مقیاس جهانی و با اصلاحات در کشورها و مناطق مختلف چه به روش دستی یا رایانه ای به کار برده می شود. اما در حال حاضر به کارگیری مدل های مبتنی بر ریاضی در ارزیابی توان محیط زیستی اشاعه یافته است. از سویی دیگر، به کارگیری مدل های

1- Conceptual Model

2- Analytical Hierarchy Process

3- Delphi Method

4- Spatial Analysis

سرزمین<sup>۱</sup> فرآیندی بسیار پیچیده است که انجام آن به ملاحظات همزمان چندین عامل با معیارهای اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی وابسته است. از آن جا که سامانه اطلاعات جغرافیایی دارای قابلیت های فراوانی در زمینه گردآوری، ذخیره، ویرایش، تحلیل داده ها و مدل سازی است، لذا ابزار مفیدی برای برنامه ریزان فضایی در زمینه ارزیابی چند معیاره<sup>۲</sup> محسوب می شود. برای تحلیل و "ارزیابی چند معیاره تناسب سرزمین"، تا کنون روش های متعددی پیشنهاد شده است که از این بین روش "ترکیب خطی وزن دار"<sup>۳</sup> یکی از متداول ترین آن هاست (۴). این روش به دلیل سادگی نسبی و نیز راحتی اجرای آن در قالب سامانه اطلاعات جغرافیایی و همچنین دخیل نمودن اطلاعات و تجارب تیم تحلیلگر و دیدگاه های آن ها در مورد اهمیت و بازنگری معیارها واجد کاربرد های فراوانی در شاخه های مختلف علوم مدیریت و امروزه منابع طبیعی و محیط زیست به شمار می رود. در این مطالعه با هدف بررسی توان محیط زیستی منطقه حفاظت شده ورجین، تلاش گردیده، بر پایه به کارگیری تکنیک ترکیب خطی وزن دار، تناسب عرصه تحت بررسی برای توسعه کاربری های تفرج گسترده و متمرکز با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و در قالب روش ارزیابی چند معیاره مکانی<sup>۴</sup> (SMCEM) پیش بینی شود.

منطقه حفاظت شده ورجین با مساحت ۲۶۹۰۷ هکتار در دامنه جنوبی البرز مرکزی، در بخش لواسانات و رودبار قصران از توابع شهرستان شمیرانات و در مجاورت کلان شهر تهران واقع است. این منطقه کوهستانی از سال ۱۳۶۱ به عنوان منطقه حفاظت شده، تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست قرار گرفته است. این منطقه در دامنه ارتفاعی ۱۷۰۰ تا ۳۹۴۰ متر از سطح دریاهای آزاد واقع شده، متوسط دما و بارندگی سالیانه آن به ترتیب ۵ درجه سانتی گراد و ۷۰۰ میلی متر می باشد. منطقه دارای اقلیم های مدیترانه ای گرم تا نیمه مرطوب معتدل می باشد. تنوع گیاهی و جانوری این منطقه محسوب می گردد.

#### مواد و روش ها

در این تحقیق جهت تعیین توان محیط زیستی منطقه حفاظت شده ورجین از روش ارزیابی چند معیاره مکانی استفاده شد. مقیاس مورد استفاده در این تحقیق ۱:۱۰۰۰۰۰ انتخاب گردید و تمامی نقشه های منابع پایه منطقه به شکل

- 1- Land Suitability
- 2- Multi Criteria Evaluation
- 3- Weighted Linear Combination(WLC)
- 4- Spatial Multi Criteria Evaluation Method

مراتبی (AHP) بهره گیری شد. در تحلیل نهایی ارزیابی چند معیاره مکانی (SMCE) نیز از تکنیک ترکیب خطی وزن دار (WLC) استفاده شد.

### ارزیابی چند معیاره مکانی به روش ترکیب خطی وزن دار (WLC)

در این مطالعه هدف از اجرای این تکنیک انتخاب بهترین گزینه (مکان) بر مبنای رتبه بندی آن ها از طریق ارزیابی معیارها بود. روش ترکیب خطی براساس اهمیت نسبی هر معیار کار وزن دهی را به انجام می رساند (۸). در ادامه از حاصل ضرب وزن نسبی در ارزش یا مقدار هر معیار، یک نمره یا امتیاز نهایی بر مبنای هر گزینه مکانی حاصل می شود. در این بین گزینه ای که بیشترین امتیاز را کسب نماید، به عنوان مکان یا طبقه مناسب معرفی می شود. در این روش مقدار هر معیار  $A_i$  از رابطه ذیل محاسبه می شود:

$$A_i = \sum_j W_j X_{ij}$$

در این رابطه،  $X_{ij}$  مقدار  $i$  امین گزینه در رابطه با  $j$  امین معیار و وزن  $W_j$  یک وزن استاندارد شده است، به طوری که مجموع وزن ها برابر یک می باشد ( $\sum W_j = 1$ ). اوزان محاسبه شده، اهمیت نسبی هر معیار را نشان می دهند و گزینه ارجح از طریق تعریف مقدار بیشینه  $A_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ) انتخاب می شود. در این تحقیق هر یک از معیارهای انتخابی و زیرمعیارها به روش مقایسه جفتی<sup>۶</sup> وزن دهی گردید. در این روش برای انتخاب معیارهای اصلح از مقادیر عددی "توماس ال ساعتی" بین ۱ تا ۹ استفاده شد (۴).

در این مطالعه لایه های نقشه های منابع به عنوان معیار ارزیابی شناخته شدند. بدین منظور اطلاعات پس از رقومی شدن و ورود به سامانه اطلاعات جغرافیایی به نقشه های معیار مبدل گردیدند. با عنایت به این که هر نقشه معیار دارای محدوده و مقیاس های اندازه گیری متفاوتی بود، برای تحلیل و ارزیابی چند معیاره، نخست مقیاس آن ها همسان گردید. برای

هم مقیاس تهیه شد. با توجه به ماهیت و فرآیند وقت گیر تولید نقشه ها و توان سنجی، به منظور دسترسی و تامین برخی داده ها به شکل جداول و نقشه های پشتیبان، از اطلاعات موجود دستگاه هایی چون سازمان حفاظت محیط زیست و وزارت جهاد کشاورزی بهره گیری شد. در اجرای این مطالعه گام های اصلی ذیل به انجام رسید: ابتدا کار شناسایی، تهیه و تولید منابع پایدار و ناپایدار در مقیاس تحقیق انجام یافت. در این بین علاوه بر نقشه های منابع اکولوژیک، نقشه فاصله با راه های اصلی، کاربری اراضی و فاصله با مراکز جمعیتی نیز تهیه شد. در ادامه نقشه های طبقات ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت های جغرافیایی تولید شد. برای تهیه نقشه شیب نخست با استفاده از نقشه توپوگرافی، مدل رقومی ارتفاعی<sup>۱</sup> (DEM) تهیه و سپس نقشه طبقات شیب در نه طبقه (منطبق با طبقات نه گانه شیب سرزمین ایران) تولید گردید. در ادامه نقشه های تولید شده در سامانه رایانه ای و برنامه نرم افزاری اتوکد<sup>۲</sup> رقومی شده و سپس از طریق تغییر فرمت، اطلاعات فضایی (داده های نقشه ای) با قالب برداری<sup>۳</sup> به محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی و نرم افزار Arc GIS 9.2 منتقل شد. در این نرم افزار، روابط توپولوژیک برای هر لایه نقشه تهیه و یک پایگاه اطلاعات جغرافیایی طرح ریزی گردید. به منظور تحلیل ارزیابی چند معیاره از قالب رستری<sup>۴</sup> استفاده شد و برای کلیه نقشه ها سامانه مختصات یکسان UTM پیش بینی گردید. در ادامه معیارها و متغیرهای مورد نظر برای ارزیابی مکانی منطقه حفاظت شده ورجین مشخص شد. این معیارها ابتدا براساس صورت ریز پیشنهادی کمیسیون بررسی منابع تفرجگاهی ایالات متحده (ORRRC) تنظیم و سپس براساس شرایط محیط زیستی محدوده مطالعاتی، نهایی گردید. به منظور تعیین ارزش ها (مقادیر) و یکسان سازی مقیاس ها در لایه های رقومی اطلاعات نقشه ای از روش های مبتنی بر منطق فازی<sup>۵</sup> استفاده و برای وزن دهی معیارها نیز از فرآیند تحلیل سلسله

1- Digital Elevation Model

2- Auto CAD

3- Vector Format

4- Raster Format

5- Fuzzy logic

6- Pair Wise Comparison

پیکسل های نقشه های رستری شناخته می شود. در این پژوهش نقشه های معیار با استفاده از توابع S شکل در محیط نرم افزار Arc GIS 9.2 استاندارد شد. با عنایت به طرح ریزی یک مدل خطی ریاضی، تابع S شکل به مثابه مناسب ترین فرم تجربی انتخاب گردید. در جدول ۱، نمونه ای از قواعد فازی کردن نقشه های معیار کاربری تفرج متمرکز در تابع S شکل ارائه شده است:

همسان سازی مقیاس ها و تبدیل آن ها به واحدهای قابل سنجش و استاندارد شده، در این مطالعه، از رویکرد فازی بهره گیری شد. به منظور استاندارد سازی داده ها، کلیه اوزان و ارزش های لایه های نقشه ای به صورت نرمال درآمد (مجموع ضرایب لایه ها یک شد). در ادامه درجه مطلوبیت هر معیار در بازه صفر تا ۲۵۵ تعریف گردید. عدد صفر به معنای کمینه یا محدودیت و ۲۵۵ میزان بیشینه مطلوبیت متعلقه در هر یک از

جدول ۱- نمونه ای از قواعد فازی کردن نقشه های معیار کاربری تفرج متمرکز و مقادیر a,b,c,d در تابع S شکل

معیار ارزیابی	دامنه ارزش ها	a,b,c	d	توضیحات
شیب (درصد)	۰-۲۵۰	۱۰	۳۰	صفر تا ۱۲٪ معادل یک - ۱۲ تا ۳۰٪ از یک تا صفر - بیشتر از ۳۰٪ معادل صفر.
فاصله با اماکن سکونتگاهی (کیلومتر)	۰-۳۰	۵	۳۰	صفر تا ۵ کیلومتر معادل یک - ۵ تا ۳۰ کیلومتر از یک تا صفر.
فاصله با جاده های اصلی (کیلومتر)	۰-۱۵	۵	۱۵	صفر تا ۵ کیلومتر معادل یک - ۵ تا ۱۵ کیلومتر از یک تا صفر.
جنس زمین	۱-۸	۱	۵	جنس آبرفتی معادل یک - سنگ های آهکی و ماسه سنگ از یک تا صفر - سنگ های ماری معادل صفر.
قابلیت اراضی	۱-۸	۱	۴	مراتع ضعیف معادل یک - مراتع متوسط، دیم کاری ها و زمین های زراعی با قابلیت کم از یک تا صفر - زمین های زراعی با قابلیت متوسط و زیاد، مراتع خوب و اراضی با قابلیت باغداری معادل صفر.

- تولید لایه های نقشه ای وزن دار استاندارد شده (یعنی ضرب لایه های نقشه ای استاندارد در وزن های مربوط) و ...

- تولید نقشه نهایی کاربری ها و تعیین امتیاز کلی با استفاده از روی هم گذاری اطلاعات نقشه های منابع و تابع اجتماع<sup>۱</sup> بر روی لایه های نقشه ای وزن دار استاندارد.

در این مطالعه در مجموع حدود ۱۰ Gigabytes اطلاعات تولید شده و مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. تعداد لایه های بینابینی ساخته شده نیز در حدود ۲۴ لایه بود. پس از آن که جانمایی دو کاربری مورد انتظار به انجام رسید، به منظور نهایی کردن واحدهای برنامه ریزی از روش اختصاص

در این مطالعه به منظور سهولت در محاسبه اوزان با در نظر داشتن درجات رجحان و مراتب سلسله ای از نرم افزار Expert Choice بهره گیری شد. به طور خلاصه به منظور اجرای روش ترکیب خطی وزن دار (WLC) در منطقه حفاظت شده ورجین مراحل ذیل به انجام رسید:

- تعیین مجموعه معیارهای ارزیابی (به صورت لایه های نقشه ای) و مجموع نمرات گزینه های امکان پذیر در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی؛

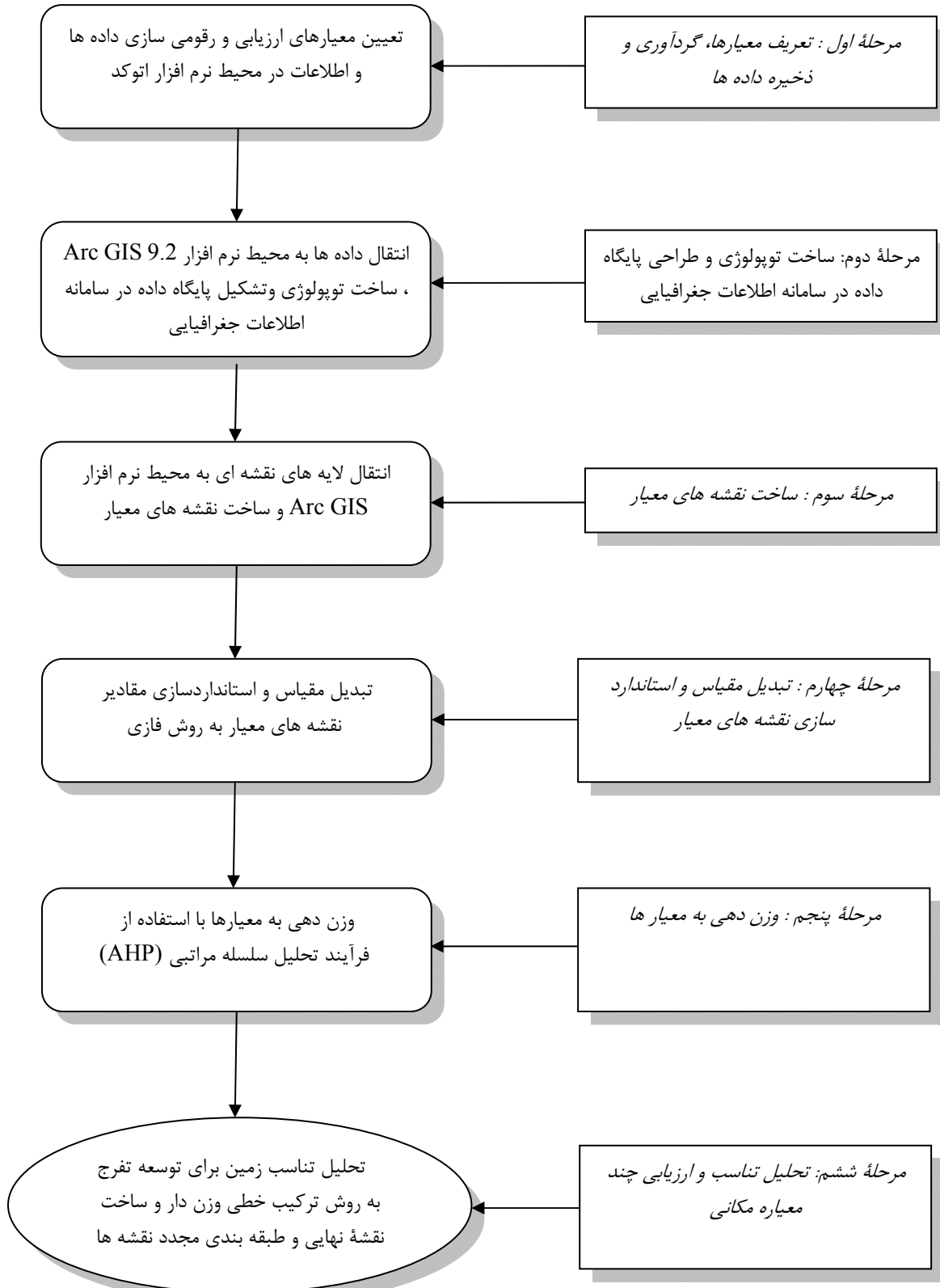
- استاندارد نمودن و تبدیل مقیاس اوزان و مقادیر لایه های نقشه ای (معیارهای ارزیابی)؛

- تعیین وزن معیارها، یعنی وزن و اهمیت نسبی هر معیار و لایه های اطلاعات نقشه ای؛

کاربری ها بر اساس اهداف چندگانه موسوم به روش MOLA<sup>۱</sup> استفاده شد. اساس این روش انتخاب سلول هایی است که از بیشترین امتیاز برای هر کاربری برخوردار بوده و در عین حال کم ترین مساحت را دارا می باشند. بدین منظور در این کاربری ها نوعی مقایسه چند جانبه و همزمان با در نظر گرفتن پارامترهایی چون: مساحت منطقه، یکپارچگی و جانمایی در سطح کل منطقه صورت پذیرفت. این مرحله پس از تعیین اوزان معیارها به انجام رسید و در حقیقت نوعی وزن دهی ثانویه بود که در خروجی کار تاثیر به سزایی داشت. در این روش مساحت مورد نظر هر یک از واحدهای برنامه ریزی با در نظر داشتن خط مشی برنامه ریزی یا هدف مطالعه (توسعه کاربری گردشگری)، مقیاس تحقیق، وضعیت بوم شناختی منطقه تحت بررسی، مساحت سلول های با امتیاز بالای هر کاربری، پیش بینی تغییرات محیط زیستی منطقه در آینده و نیز سطح حفاظتی منطقه تعیین شد. پس از اجرای تکنیک MOLA که طی ۱۰ بار تجزیه و تحلیل چرخشی صورت گرفت، نقشه نهایی کاربری های تفرجی با در نظر داشتن ملاحظات همسایگی، اندازه و نیز پیوستگی که به منظور سهولت در مدیریت این سایت ها موثر است، با استفاده از مازول های Median Buffer, Filter و Group مورد اصلاح نهایی قرار گرفت. به منظور حصول اطمینان از صحت و دقت به کار برده شده در روند وزن دهی مولفه های مکانی (منطقه ای)، از پارامتری به نام "نرخ ثبات"<sup>۲</sup> استفاده شد. به طور کلی هرچه این پارامتر به صفر نزدیک تر باشد نشان دهنده منطقی تر بودن وزن دهی های انجام پذیرفته است. بدین منظور پس از آن که وزن معیارهای مربوط به هر کاربری تعیین شد، این نرخ به منظور محاسبه آنالیز حساسیت تحت برنامه Lingo آزمون گردید. نتیجه این آنالیز موید آن بود که محاسبات انجام شده تا دقت ۹۳/۸۷۶٪ قابل اعتنا و دارای روایی است.

در نمودار ۱ فرآیند به کارگیری روش ارزیابی چند

معیاره مکانی در این تحقیق نمایش داده شده است.



نمودار ۱- فرآیند روش ارزیابی چند معیاره مکانی در مطالعه ارزیابی توان محیط زیستی منطقه حفاظت شده ورجین به

منظور استقرار کاربری گردشگری

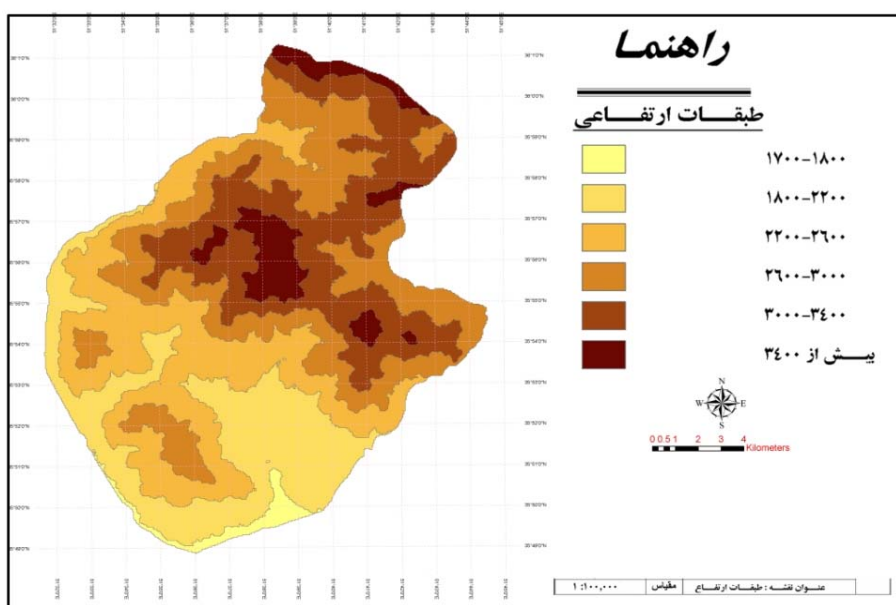
## نتایج

به منظور تعیین توان محیط زیستی منطقه ورجین برای استقرار کاربری های تفرج گسترده و متمرکز، نخست نقشه های ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت های جغرافیایی به شرح ذیل تولید شد:

تهیه نقشه طبقات ارتفاع از سطح دریا در منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با داشتن سیمای کوهستانی در ناحیه میان بند دامنه های جنوبی البرز با اختلاف ارتفاعی حدود ۲۲۴۰ متر بین پست ترین و بلندترین نقطه آن از نظر تقسیم

بندی نقاط ارتفاعی در مطالعات فیزیونومیک در شش طبقه ارتفاعی طبق بندی گردید. طبقات ارتفاعی مورد استفاده بر مبنای وضعیت تیپ و تراکم رویشگاهی گونه های درختی و درختچه ای غالب عرصه تحت بررسی انتخاب شد. در این پژوهش نقشه طبقات ارتفاعی عرصه تحت بررسی تحت برنامه Arc GIS 9.2 تهیه شد (نقشه ۱). در جدول ۲ مساحت هر یک از طبقات ارتفاعی منطقه حفاظت شده ورجین ارایه شده است.



نقشه ۱- نقشه طبقات ارتفاع از سطح دریا

## تهیه نقشه طبقات شیب

بیشترین فراوانی شیب در منطقه حفاظت شده ورجین متعلق به شیب های طبقه ۳۰ تا ۶۵٪ است که با ۱۰۱۸۹/۶ هکتار مساحت حدود ۳۷/۸۷٪ از سطح منطقه را شامل می شود (نقشه ۲). فراوانی شیب های بالای ۳۰٪ و ناچیز بودن سطوح شیب های کم تر از ۸٪ نمایانگر تغییرات ناگهانی ارتفاع در منطقه ورجین بوده و ناهمواری شکل زمین را در حوزه مطالعاتی توجیه پذیر می نماید. حدود ۸۸٪ از زیستگاه های حساس شناسایی شده در حوزه ورجین در شیب های بالاتر از ۳۰٪ واقع شده که بیانگر واقعیت ملموس

## جدول ۲- مساحت هر یک از طبقات ارتفاع از سطح دریا

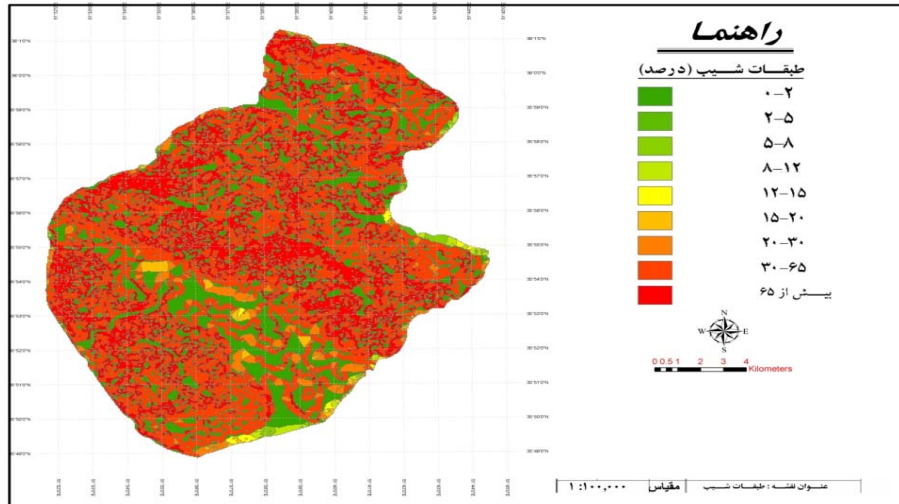
## در منطقه حفاظت شده ورجین

طبقات ارتفاعی (متر)	مساحت (هکتار)
۱۷۰۰-۱۸۰۰	۱۱۱۹/۶
۱۸۰۰-۲۲۰۰	۵۴۱۷/۹
۲۲۰۰-۲۶۰۰	۴۹۱۹/۸
۲۶۰۰-۳۰۰۰	۶۷۱۲/۷
۳۰۰۰-۳۴۰۰	۴۹۱۲/۶
بیش از ۳۴۰۰	۳۸۲۴/۴
جمع مساحت (هکتار)	۲۶۹۰۷



شده ورجین ارایه شده است.

لزوم اعمال برنامه‌های حفاظتی مطلوب در عرصه های شیبدار است. در جدول ۳ مساحت طبقات شیب در منطقه حفاظت



نقشه ۲- نقشه طبقات شیب منطقه حفاظت شده ورجین

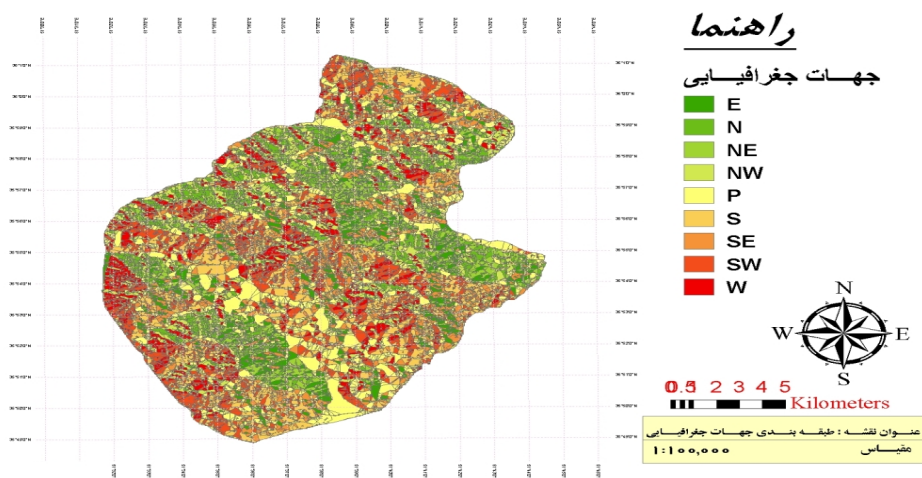
هکتار به عرصه‌های فاقد جهت اختصاص یافته است. جهت شمالی با مساحت ۲۷۴۵/۸ هکتار حدود ۱۰/۲۰٪ از سطح منطقه را پوشش داده است. عمده این اراضی در ارتفاعات خاتون بارگاه، کوه سیاه، اهمهن، گرمابدر، یابوچال و کوه لار دیده می‌شود. جهات جنوبی و جنوب شرقی مجموعاً با مساحت ۷۳۵۵/۵ هکتار حدود ۲۷/۳۴٪ از سطح منطقه را پوشش داده است. جهت شرقی نیز با مساحت ۲۳۱۴/۸ هکتار حدود ۸/۶۰٪ از سطح منطقه را در بر گرفته است. اراضی با جهت غربی نیز با مساحت ۳۹۸۸/۷ هکتار حدود ۱۴/۸۲٪ از سطح منطقه را به خود اختصاص داده که عمدتاً در ارتفاعات گرمابدر و میگون پراکنده است. این اراضی که بخش اعظم ناحیه شمالی و غربی منطقه ورجین را شامل می‌شوند، همانند جهات شمالی و شمال غربی در انباشت برف و تغذیه آب های زیرزمینی اثربخش بوده ولی پوشش زمستانه خود را کمی زودتر از جهت های مذکور از دست می‌دهند. در نقشه ۳ پراکنش طبقات نه گانه (جهت اصلی و فرعی) جهات جغرافیایی در منطقه حفاظت شده ورجین نمایش داده شده است.

جدول ۳- مساحت طبقات نه گانه شیب در منطقه حفاظت شده ورجین

مساحت (هکتار)	طبقات شیب
۱۱۷/۹	تا ۲٪
۹۵۷/۶	۲ تا ۵٪
۱۱۵/۱	۵ تا ۸٪
۱۰۰۳/۷	۸ تا ۱۲٪
۱۱۱۷/۹	۱۲ تا ۱۵٪
۴۱۰۵/۷	۱۵ تا ۲۰٪
۳۱۷۵/۶	۲۰ تا ۳۰٪
۱۰۱۸۹/۶	۳۰ تا ۶۵٪
۶۱۲۳/۹	بیش از ۶۵٪
۲۶۹۰۷	جمع مساحت (هکتار)

#### تهیه نقشه طبقات جهت های جغرافیایی

مهم ترین تاثیر جهات جغرافیایی بر ساختار طبیعی منطقه در میزان دریافت نور خورشید و اثرات ناشی از آن می‌باشد که در شکل گیری میکروکلیم و پوشش گیاهی عرصه نقش موثری دارد. از کل عرصه‌های محدوده مطالعاتی ۲۱۵۹/۹



نقشه ۳- نقشه طبقات جهت‌های جغرافیایی منطقه حفاظت شده ورجین

آن پیش بینی نمود. به تعبیری یگان‌های شکل زمین هر منطقه معرف توان فیزیکی یا اکوسیستم‌های منطقه می‌باشد. مولفه‌های اصلی در تهیه نقشه واحدهای شکل زمین هر منطقه، نقشه‌های شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا می‌باشد که در منطقه ورجین با روی هم‌گذاری لایه‌های مذکور واحدهای شکل زمین نقشه<sup>۱</sup> L.F.U تحت برنامه Arc GIS تولید و مساحت هر یگان محاسبه گردید. در این مطالعه با به کارگیری دستور Raster Calculator مجموعاً ۱۸۵۶۱ واحد شکل زمین تکراری و ۲۶۴ یگان شکل زمین بدون تکرار شناسایی شد.

در روش‌های ارزیابی چند معیاره برای دستیابی به یک هدف معین، باید سنجه‌ها و شاخص‌هایی را تعریف نمود که بر مبنای آن‌ها بتوان به اهداف مطالعه دست یافت. این سنجه‌ها یا خصایص را معیار ارزیابی می‌نامند. در این پژوهش به منظور استقرار کاربری‌های گردشگری (گسترده و متمرکز) نخست در قالب مدل‌هایی، شرایط و حریم‌های هر یک از کاربری‌ها تبیین و در ادامه لایه‌های اطلاعاتی مورد نظر جهت تعیین معیارهای ارزیابی و تولید نقشه‌های معیار تهیه گردید.

جدول ۴- مساحت هر یک از طبقات جهت‌های جغرافیایی

نه گانه در منطقه حفاظت شده ورجین

جهت‌های جغرافیایی	مساحت (هکتار)
فاعد جهت	۲۱۵۹/۹
شمالی	۲۷۴۵/۸
شمال شرقی	۲۲۹۱/۹
شرقی	۲۳۱۴/۸
جنوب شرقی	۲۵۹۸/۷
جنوبی	۴۷۵۶/۸
جنوب غربی	۲۵۶۸/۶
غربی	۳۹۸۸/۷
شمال غربی	۳۴۸۱/۸
جمع مساحت (هکتار)	۲۶۹۰۷

تهیه نقشه واحد‌های شکل زمین

شکل زمین شامل یگان‌های طبیعی زمین است که هر یگان در شرایط مشابه اقلیم، فرسایش، هوازگی و نشست توده‌ها تحول یافته و به شکل فعلی درآمده است (۸). از یگان‌های شکل زمین می‌توان در شناسایی منابع اکولوژیکی و ارزیابی توان بهره‌گیری کرد. همچنین شکل‌گیری خاک و رستنی‌های هر منطقه را می‌توان از روی واحدهای شکل زمین

1- Land Form Unit

حریم رعایت شود (۹). در این کاربری حریم نسبت به باغات و کشتزارهای منطقه ۲۰۰ متر در نظر گرفته شد.

پس از طرح ریزی مدل های حرفی هر یک از کاربری ها، به منظور تعیین معیارهای ارزیابی کاربری های گردشگری در منطقه حفاظت شده ورجین، شانزده لایه اطلاعاتی برای تفرج گسترده و هفده لایه برای کاربری تفرج متمرکز تهیه و به کار گرفته شد. این نقشه ها شامل: طبقات ارتفاع از سطح دریا، طبقات شیب، جهت های جغرافیایی، تیپ و تراکم پوشش گیاهی، تنوع جانوری، مناطق زادآوری حیات وحش، تنوع اکوسیستم های منطقه، مناطق پراکنش گونه های گیاهی مهم، زیستگاه گونه های حیات وحش در معرض تهدید، جاده ها، مناطق سکونتگاهی، رودخانه های اصلی و روان آب های منطقه، زمین های کشاورزی و باغات، عمق ایستایی آب های زیر زمینی، تیپ خاک و بافت خاک منطقه بود. در تعیین توان منطقه به منظور احراز کاربری های تفرجی علاوه بر معیارهای وزن داده شده سه عامل: فاصله تا جاده، فاصله تا مناطق سکونتگاهی و نیز فاصله تا فعالیت های وابسته به کشاورزی به عنوان حریم مد نظر قرار گرفت. در مدل پیشنهادی این مطالعه حریم ها به عنوان محدودیت یا Constraint معرفی گردید. محدودیت ها شامل لایه هایی هستند که نشان دهنده عدم تناسب مطلق منطقه برای زمین مورد نظر است. لایه محدودیت تنها دارای دو عدد صفر و یک می باشد، به طوری که مناطق نامناسب واجد نمره صفر و مناطق متناسب حائز نمره یک فرض می شوند که حاصل تابع یا رابطه ارزیابی در این نمره ضرب می شود. در این تحقیق برای سه لایه اخیر با استفاده از منوی Reclassification تحت برنامه Arc GIS 9.2 به مناطق واقع در حریم ها نمره صفر و به مناطق خارج از آن نمره یک داده شد. همین عمل برای لایه گیاهان مهم نیز به کار برده شد. در مورد لایه تیپ و تراکم پوشش گیاهی و نیز تنوع حیات وحش جانوری و اکوسیستم های منطقه نیز با استفاده از روش Stretching در دامنه صفر تا ۲۵۵ نمره دهی انجام پذیرفت. نقشه زیستگاه های حساس عرصه نیز بر اساس نقشه زون امن منطقه حفاظت شده

### طرح ریزی مدل کاربری تفرج گسترده منطقه حفاظت شده ورجین

به منظور استقرار این کاربری مناطقی مناسب تشخیص داده می شود که خاک آن ها در برابر پیاده روی مقاوم باشد. فاصله این پهنه ها از رودخانه ها ۱۰۰ متر بوده و در عین حال این مناطق می باید از مناطق با تنوع بالا و کانون های حیات وحش فاصله حداقل ۲۵۰ متر داشته باشند. برای تفرج گسترده باید از مناطق زادآوری جانوران حداقل ۲۵۰ متر فاصله گرفت. مناطق با تنوع بالای اکوسیستمی برای استقرار این کاربری از جمله عرصه های مناسب محسوب می شوند. این مهم از لایه گذاری با نقشه واحدهای شکل زمین قابل استخراج است. همچنین فاصله این سایت از مناطق با تنوع گیاهی با ارزش بالا می باید حداقل ۵۰۰ متر باشد. نزدیکی به جاده های دسترسی و مناطق سکونتگاهی برای طرح ریزی این مناطق یک موهبت تلقی می شود، مشروط به آن که سایت طرح ریزی شده حریم ۱۰۰ متری نسبت به مناطق یاد شده را رعایت نماید (۹). در این مطالعه حریم ۲۰۰ متر نسبت به زمین های کشاورزی و باغات منطقه در نظر گرفته شد.

### طرح ریزی مدل کاربری تفرج متمرکز منطقه حفاظت شده ورجین

پهنه هایی برای استقرار کاربری تفرج متمرکز مناسب است که خاک آن برای احداث اردوگاه، استفاده خورگشت و بازی کودکان مقاوم باشد. فاصله این اماکن باید از رودخانه های اصلی و فرعی ۱۰۰ متر در نظر گرفته شود. محل استقرار تاسیسات نیز باید از مناطق با تنوع گیاهی بالا و نیز کانون های زیست جانوری حداقل ۲۵۰ متر فاصله داشته باشد. همچنین این عرصه ها می باید حریم ۱۵۰۰ متری از مناطق زادآوری حیات وحش را رعایت نماید. در این کاربری حداقل فاصله مجاز از مناطق پراکنش گیاهان با ارزش بالا ۵۰۰ متر بوده، تراکم گیاهی متوسط تا کم برای آن مناسب می باشد. در این کاربری نیز نزدیک بودن به جاده ها و مناطق سکونتگاهی یک امتیاز تلقی می شود، مشروط به آن که فاصله ۱۰۰ متری به عنوان

کنار گذاشته شده و سپس از حاصل جمع ضرایب در فراوانی هریک از معیارها میزان مطلوبیت در هر سلول محاسبه گردید:

$$\begin{aligned} \text{Extensive Use Zone} = & (0.0264 \times [\text{road\_e}]) + \\ & (0.0154 \times [\text{clim\_e}]) + (0.0115 \times [\text{elvt\_e}]) + \\ & (0.2331 \times [\text{slop\_e}]) + (0.0376 \times [\text{aspc\_e}]) + \\ & (0.0925 \times [\text{vgty\_e}]) + (0.0406 \times [\text{anbd\_e}]) + \\ & (0.0611 \times [\text{anhb}]) + (0.0624 \times [\text{ecod\_e}]) + \\ & (0.0662 [\text{vghb\_e}]) + (0.1213 [\text{ensp\_e}]) + \\ & (0.0405 [\text{wtsu\_e}]) + 0.0212[\text{grwt\_e}] + \\ & (0.0114[\text{slty\_e}]) + (0.0128[\text{sltx\_e}]) + (0.1420[ \\ & \text{fhom}]) \end{aligned}$$

در نقشه ۵، نتایج تعیین توان محیط زیستی منطقه حفاظت شده ورجین برای استقرار کاربری تفرج گسترده ارایه شده است.

تهیه گردید. بدین منظور مناطقی با ارزش کم تر از ۱۰۰ بر روی نقشه نهایی زون امن انتخاب و با دستور Reclassification و سپس استرچ کردن، نقشه زیستگاه های حساس تولید شد. این نقشه در حقیقت به صورت حایلی بین زون امن و نقشه سایت های تفرج گاهی قرار می گیرد. منظور از معیارهای موزون، لایه های اطلاعاتی هستند که ارزش های آن در دامنه ای بین صفر تا ۲۵۵ بر روی نقشه های رستری مشخص شده است. روش پیشنهادی در این مطالعه برای ارزیابی چند معیاره لایه های اطلاعاتی روش ادغام خطی وزن داده شده<sup>۱</sup> بود. در این روش لایه های اطلاعاتی مختلف از وزن متفاوتی برخوردارند. به منظور وزن دهی آن ها از روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شد. بدین منظور ارزش لایه ها بر اساس درجات رجحان به صورت دو به دو با یکدیگر مقایسه شدند و سپس برای حل ماتریس مربوط، کار وزن دهی بین لایه های اطلاعاتی به انجام رسید. برای تعیین تناسب منطقه برای هر یک از کاربری ها نیز از رابطه ذیل جهت ادغام لایه های هر کاربری استفاده شد:

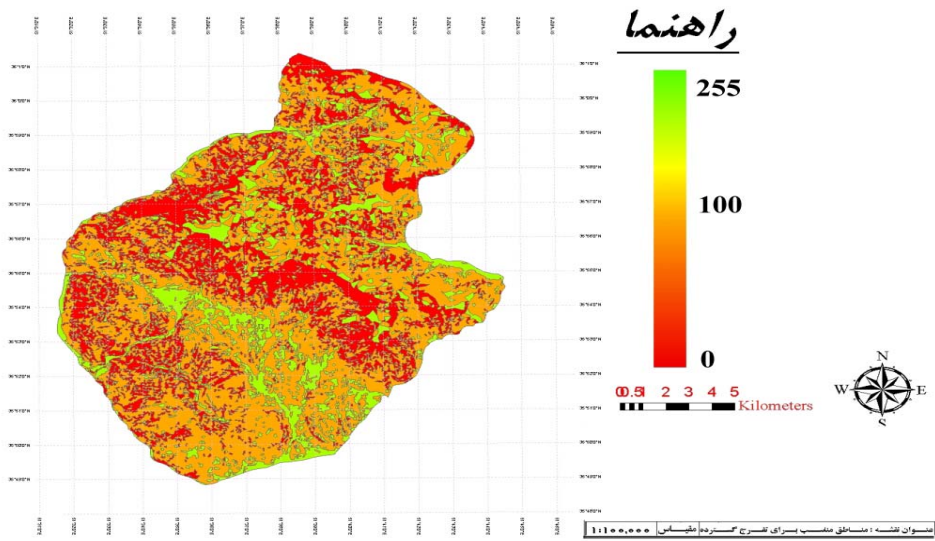
$$S = \sum_{i=1 \text{ to } n} W_i X_i \times DC_i$$

در این رابطه:

S: تناسب برای کاربری مورد نظر؛  $W_i$ : وزن هر یک از لایه ها؛  $X_i$ : لایه فازی، که فاکتور نامیده می شود؛  $DC_i$ : ضریب و لایه بولین، که محدودیت نامیده می شود، می باشد (۱۰).

در نقشه های ۵ و ۶ اوزان محاسبه شده لایه های اطلاعاتی مربوط به دو کاربری تفرج گسترده و متمرکز منطقه حفاظت شده ورجین ارایه شده است.

در پایان بر اساس دستور Image Calculator رابطه روش SMCEM برای کاربری های تفرج گسترده و متمرکز پیشنهاد گردید. با استفاده از امکانات نرم افزار Arc GIS 9.2 و رابطه پیشنهادی ذیل، تحلیل چند متغیره در ارتباط با اراضی مستعد جهت استقرار کاربری تفرج گسترده به انجام رسید. در توابع ذیل (تفرج گسترده و متمرکز) ابتدا محدودیت ها

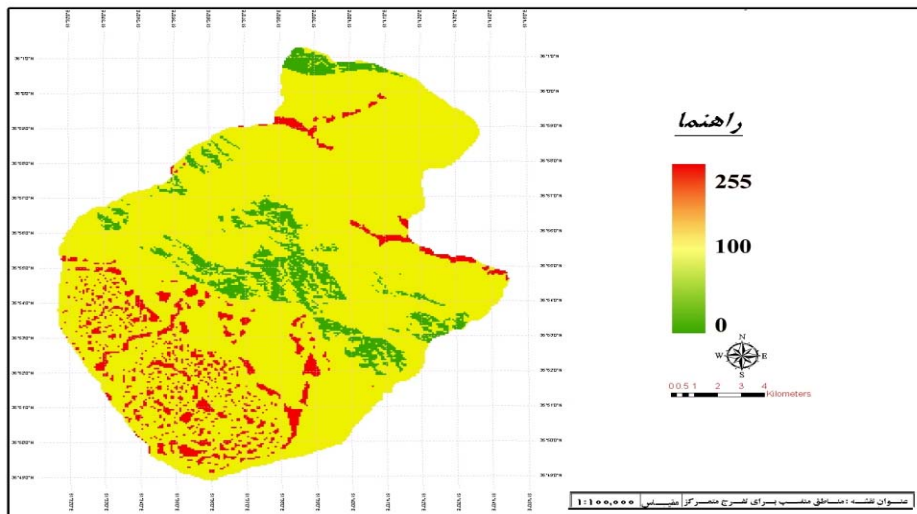


نقشه ۵- نقشه نهایی توان محیط زیستی منطقه حفاظت شده ورجین به منظور استقرار کاربری تفرج گسترده

است. همچنین در نقشه ۶ نحوه تناسب منطقه حفاظت شده ورجین برای کاربری تفرج متمرکز نمایش داده شده است:

$$\begin{aligned} \text{Intensive Use Zone} = & (0.0418 \times [\text{road\_e}]) + \\ & (0.0174 \times [\text{climt\_e}]) + (0.0419 \times \text{elvt\_e}) + \\ & (0.1787 \times [\text{slop\_e}]) + (0.0619 \times [\text{aspc\_e}]) + \\ & (0.0412 \times [\text{vgty\_e}]) + (0.0157 \times \text{anbd\_e}) + \\ & (0.0319 \times [\text{anhb\_e}]) + (0.0612 \times [\text{ecod\_e}]) + \\ & (0.0624 [\text{vghb\_e}]) + (0.1057 [\text{ensp\_e}]) + \\ & (0.507 [\text{wtsu\_e}] \times 0.411[\text{grwt\_e}]) + \\ & (0.117[\text{slty\_e}]) + (0.0206[\text{sltx\_e}]) + \\ & (0.590[\text{geoy\_e}]) + (0.1517[\text{fhom\_e}]) \end{aligned}$$

برای ارزیابی توان محیط زیستی منطقه حفاظت شده ورجین برای کاربری تفرج متمرکز نیز از ۱۷ لایه اطلاعاتی غیربولین (غیرخطی) بودند. پس از تعیین اوزان لایه های هر نقشه (مطابق با نقشه ۶) با استفاده از مازول RANK رتبه بندی اوزان انجام پذیرفت و سپس با لحاظ نمودن محدودیت ها، لایه های اطلاعاتی برای اجرای پردازش رایانه ای آماده شد. در ذیل رابطه ارزیابی چند معیاره منطقه حفاظت شده ورجین به منظور استقرار کاربری تفرج متمرکز ارایه شده



نقشه ۶- نقشه نهایی توان محیط زیستی منطقه حفاظت شده ورجین به منظور استقرار کاربری تفرج متمرکز

## منابع

۷. مرکز آمار ایران. ۱۳۸۶. نتایج اولیه سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۸۵ استان تهران.
8. Sui, D.Z. 1999. A Fuzzy GIS Modeling Approach for Urban Land Evaluation. "Computer, Environment & Urban Systems". Vol: 16. pp: 101-115.
9. ORRRC. 1994. Guideline for Implementation of Out door Recreation Resources. Out door Recreation Resources Review Commission of United State (ORRRC).
۱۰. کرم، عبدالامیر و همکاران. ۱۳۸۴. تحلیل تناسب زمین برای توسعه کالبدی در محور شمال غرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چند معیاری (MCE) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج- GIS)، فصلنامه پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۴، صفحه ۱۰۶-۹۳.
1. Ramakrishna, N. 2003. Production System Planning for Natural Resource Conservation in a Micro Watershed, Electronic Green Journal, vol:18,1-10.
2. Chan, S.L., & Huang, L. 2004. A System Approach for the Development of a Sustainable Community, the Application of the Sensitivity Model (SM). Environmental Management Journal, Vol: 72:3, 133-147.
3. Shi, C., Hutchinson, S.M. & Xu, S. 2004. Evaluation of Coastal Zone Sustainability: An Integrated Approach Applied in Shanghai Municipality & Chong Ming Island. Environmental Management Journal, vol: 71:4, 344-355.
4. Malczewski, J. 1999. GIS and Multi Criteria Decision Analysis, John Wiley & sons. New York, pp: 143-151.
۵. درویش صفت، علی اصغر. ۱۳۸۵. اطلس مناطق حفاظت شده ایران. ناشر: دانشگاه تهران، صفحه ۹۶.
۶. شرکت مهندسی مشاور یکم. ۱۳۸۳. مطالعه و تهیه طرح جامع مدیریت منطقه حفاظت شده ورجین، جلد سیزدهم: سیمای محیط طبیعی.