جغرافیا (فصلنامه علمی ـ پژوهشی و بین المللی انجمن جغرافیای ایران)
دوره جدید، سال پانزدهم، شماره ۵۲، بهار ۱۳۹۶

بررسی رابطه متقابل بین پارامترهای موثر در مکان‌یابی سایت‌های پرواز تفریحی (مطالعه موردی: استان اصفهان)

امیر گندمکار[۱]، نوشین قاسمی[۲] و فاطمه دانشور[۳]
تاریخ وصول:۱۳۹۵/۱۰/۱۵، تاریخ تایید: ۱۳۹۵/۱۲/۳۰

چکیده

هر سایت پروازی متأثر از عوامل جغرافیایی اقلیمی و توپوگرافی منطقه قابل بهره‌برداری خواهد بود. هدف از این پژوهش شناخت استانداردهای سایت‌های پرواز تفریحی، بررسی عوامل تأثیرگذار و تاثیرپذیر در پروازهای تفریحی، شناسایی مکان‌های مناسب سایت پرواز تفریحی در استان اصفهان می‌باشد.

روش مورد استفاده در این تحقیق، به‌منظور مکان‌یابی سایت‌های پرواز تفریحی در استان اصفهان، ابزار و تکنیک‌های دیمیتل، بولین و نرم‌افزار GIS است. نتایج نشان می‌دهد مهمترین عامل‌ها به ترتیب، جهت شیب زمین، شیب زمین و توپوگرافی می‌باشد که هرسه پارامترهای فیزیکی می‌باشند و در رتبه بعد سرعت باد غالب و جهت وزش باد می‌باشد. سرعت باد غالب جهت وزش باد غالب، جهت شیب زمین توپوگرافی، شیب زمین و حریم هوایی جزء پارامترهای تاثیرگذار می‌باشد نقشه مکان‌های مناسب برای سایت پرواز تفریحی در استان اصفهان نشان می‌دهد پراکندگی سایت‌های مناسب در مناطق غربی بیشتر است.

کلیدواژگان: مکان‌یابی، سایت پروازی، استان اصفهان، منطق بولین

---

۱. دکتر امیر گندمکار، مرکز تحقیقات گردشگری، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
۳. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد می‌باشد.

مقدمه

برای ساماندهی و برنامه‌ریزی فعالیت‌های مربوط به گردشگری و مدیریت گردشگری، شناخت فضای گردشگری از اولویت‌های مهم است. شناخت محدوده گردشگری، امکان ارائه بهتر خدمات را فراهم می‌کند و استفاده از ظرفیت‌های فضای تفریحی خاص را ممکن می‌سازد. در اولین قدم لازم است فضای کلی از فضای گردشگری تعریف و ترسیم گردد. با توجه به فضای کلی می‌توان فضای خاص برای گردشگری ویژه را تعریف و مورد بررسی قرار داد.

هر سایت پروازی متأثر از عوامل جغرافیایی اقلیمی و توپوگرافی منطقه بوده و با توجه به سایر عوامل تأثیرگذار همچون اقتصاد و عوامل اجتماعی، فرهنگی و غیره قابل بهره‌برداری خواهد بود. در پژوهش حاضر، تلاش بر این است که فاکتورهای مؤثر و تأثیرگذار در سایت‌های پروازی شناسایی شده و در منطقه مورد مطالعه– استان اصفهان، مکان های مساعد جهت این فعالیت معرفی شود.

مسأله اصلی در ابتدای امر استخراج استانداردهای موجود در سایت‌های پروازهای تفریحی در سطح جهان سپس در سطوح ملی و منطقه‌ای می‌باشد. در این پژوهش، سایت‌های پروازی مناسب برای پاراگلایدر استانداردیابی شده‌اند. پاراگلایدر بال چترمانندی است که به وسیله فشار باد شکل می‌گیرد و با دویدن از فراز تپه‌ها و کوه‌ها به طرف پائین به پرواز درمی‌آید. به‌طورکلی محل مناسب برای به پرواز درآوردن پاراگلایدر کوه‌ها و تپه‌های به هم پیوسته مشرف به دشت می‌باشد. محل برخواستن می‌بایست دارای شیب مناسب باشد. با پاراگلایدر از دیواره‌ها و صخره‌ها نمی‌توان پرید. هنگام برخواستن لازم است باد مناسب از سمت دشت به‌طرف کوه وجود داشته باشد و خلبان با دویدن در سراشیبی رو به باد و به طرف دشت به پرواز در خواهد آمد.

در مرحله بعد ارزیابی به صورت موردی در استان اصفهان جهت کشف پتانسیل‌های مکانی و سایر عوامل از جمله بررسی محدودیت‌ها صورت خواهد گرفت. شناسایی مکان‌های مساعد که علاوه بر ویژگی‌های توپوگرافی و وضعیت مطلوب اقلیمی سایر نکات همچون دسترسی مطلوب، حریم هوایی مجاز، فاصله کم از مراکز جمعیتی و غیره را دارا باشد، هدف اصلی این تحقیق به‌حساب می‌آید. با ارزیابی مکان‌های شناسایی شده می‌توان جهت احداث زیرساخت‌ها و تجهیزات تخصصی لازم به‌منظور جذب گردشگران و علاقمندان برنامه‌ریزی نمود. از جمله تحقیقات انجام شده مرتبط با موضوع می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

سالگورئو[1] و همکاران(۲۰۰۶) در مقاله‌ای تحت‌عنوان «کاربرد مخزن داده(DW) و سیستم حمایت تصمیم‌گیری (DSS) در توصیه سایت پروازی مناسب» با اختلاط این دو تکنیک جدید تصمیم‌گیری و با استفاده از اطلاعات مفید و تخصصی برای استفاده‌کنندگان از سایت‌های پروازی جهت ارزیابی و تصمیم‌گیری برنامه‌ریزان سفرهای ماجراجویانه و نیز انتخاب سایت پروازی مناسب توسط خلبانان بهره یافته‌اند.

آراگوئه[2] و همکارانش نیز در مقاله‌ای مشابه با عنوان «استفاده از فازبندی استخراج داده (DM) برای یافتن الویت‌های گردشگری ماجراجویانه»، روند استخراج داده را به‌منظور معتبر ساختن الویت‌های معقول برای مراحل انتخاب سایت

1. Salguero
2. Araque

پروازی پیشنهاد کردند و ضمن بیان مطالعه موردی در رابطه با ارزیابی دما و کیفیت روز پرواز، بحث نموده‌اند.
آر زوسیدلو[1]،(۲۰۰۹) در مقاله «نقشه ترمال‌ها- سیستم کمکی پرواز» سیستمی یافته است که به انتخاب هدایت درست پرواز کمک می‌کند. هدف اصلی این مقاله تمرکز روی تصویر کردن نقال ترمال فعال به شکل «نقشه صعود/بالا رفتن[2]» است. گروهی از نقاط ایجاد شده بدین طریق تصویر ایستایی ارائه می‌دهد که نمایانگر مکان‌های ثبت شده در بانک اطلاعاتی تحت‌عنوان نقاط با ترمال فعال می‌باشند. این نمونه‌ای است از شبکه میانجی که دیدکلی برای ارزیابی قبل از پرواز به وجود می‌آورد.
در کتاب «مکان‌یابی و توسعه سایت پروازی پاراگلایدر» نوشته شده توسط آقای وارگاس[3] و خانم وانگ[4] در سال ۲۰۰۹ به‌طور خاص پیرامون توسعه سایت‌های پروازی ایمن برای پروازهای تفریحی با استناد بر تئوری‌های برخاسته از عمل در سایت‌های پروازی و ذکر نکاتی مهم همراه با تصاویر شماتیک بحث شده است. در کتاب دیگری از همین نویسندگان با عنوان «معرفی پرواز با پاراگلایدر» پیرامون مباحث مرتبط با شروع پرواز، حین پرواز و فرود پاراگلایدر به‌طور مفصل و بیان اصول درست و استاندارد در سه سطح مقدماتی، پیشرفته و اطلاعات پایه صحبت شده است.
در پروژه دیگری که در سازمان هواشناسی کشور (۱۳۸۵) با عنوان «تحلیل سینوپتیکی انرژی باد در کشور ایران» انجام شد، ابتدا با استفاده از تحلیل خوشه‌ای بر روی داده‌های سمت و سرعت باد پهنه‌های بادی مشخص شدند و سپس انرژی باد از دیدگاه سینوپتیکی بررسی گردید. در پژوهشگاه مواد و انرژی نیز تحقیقا تی در زمینه روش‌های محاسبه و تعیین پتانسیل انرژی باد با استفاده از داده‌های سمت و سرعت باد صورت گرفته (جمیل، ۱۳۸۰) است.
رحیم‌زاده و همکارانش(۱۳۸۸)، در برآوردی انرژی باد در ایستگاه‌های همدیدی استان اصفهان، میانگین ماهانه سرعت باد و انرژی آن براساس داده‌های ساعتی یازده ایستگاه همدیدی (سینوپتیک) در دوره طی دوره آماری ۲۰۰۵-۱۹۹۲ محاسبه و تحلیل کردند. نتایج نشان داد که سرعت باد در طول ماه‌های سرد سال (نوامبر، دسامبر و ژانویه) نسبت به سایر ماه‌ها کمتر است. با شروع فصل بهار (آوریل)، سرعت باد در منطقه کم کم افزایش می‌یابد و روند کاهشی از ماه سپتامبر به بعد مجدداً شروع می‌شود.
وارثی و همکاران(۱۳۸۷)، در مقاله‌ای با عنوان «مکان‌یابی فضای سبز شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی» از االگویی که برای مکان‌یابی مدارس در شهر استاو[5] در یالت ورمونت[6] آمریکا با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی به‌کار گرفته شده است، به توزیع بهینه و مکان‌یابی پرداخته‌اند.
شیخ بیگلو در مقاله «تحلیل عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر طراحی شهری مطالعه موردی اصفهان» در پاییز ۱۳۸۹ در جداولی نمودهای ایزای متوسط سرعت باد غالب ایستگاه سینوپتیک اصفهان در ماههای مختلف و همچنین گلبادهای ماهیانه ایستگاه سینوپتیک اصفهان را نشان داده است و به این نتیجه دست‌یافته که جهت باد در کل سال به طور عمده، جهت غربی است.

1. Rzucidło
2. Ascend Map
3.Vargas
4.Wang
5. Stowe
6.Vermonet

داده‌ها و روش‌ها

در مرحله اول با توجه به متفاوت بودن پارامترها با استفاده از مطالعـات کتابخانه‌ای و نظرات کارشناسان ورزش پاراگلایدر معیارها از نظر میزان اهمیت و تاثیرگذار بودن و یا تاثیرپذیر بودن با استفاده از تکنیک دیمتل[1]، بررسی و تحلیل شده است.

در مرحله بعد برای شناخت فضای مناسب سایت‌های پرواز تفریحی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی داده‌های هواشناسی و توپوگرافی، پس از جمع‌آوری، به صورت لایه‌های مختلف در بانک اطلاعاتی ذخیره گردید. پس از ذخیره، اطلاعات مکانی و غیرمکانی به داده پایه‌ای[2] تبدیل و با لایه مکانی و غیرمکانی ترکیب شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات در محیط GIS با استفاده از منطق بولین و هم‌پوشانی وزنی، مورد بررسی قرار گرفت و در آخر فضاهایی مناسب سایت پرواز تفریحی در استان اصفهان تعیین شده است. براساس معیارهای موردنیاز جهت تعیین مکان مناسب سایت پروازی لایه‌های موردنیاز جهت انجام تحلیل همپوشانی با فرمت رستر به روش شرطی[3] تولید و در نهایت، پس از تبدیل لایه‌ها به فرمت‌برداری، از طریق روش اشتراک[4] اقدام به شناسایی مکان‌های مناسب باید گردد. عوامل و معیارهای موثر در مکان‌یابی سایت پرواز تفریحی در جدول شماره ۱ معرفی شده‌اند.

جدول۱: معیارهای تأثیرگذار در مکان‌یابی سایت پرواز تفریحی

ردیف	معیار	استاندارد مناسب
۱	سرعت باد غالب	۴-۸ نات برای فرود کمتر از ۱۳ نات برای پرواز
۲	جهت وزش باد غالب	خلاف جهت شیب کوه رو به بالا (درجه)
۳	جهت شیب زمین	سراشیبی رو به باد و به طرف دشت سطوح شیب‌دار جنوبی به دلیل جذب گرمای بیشتر
۴	میانگین دما	بیشتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد
۵	توپوگرافی (شکل زمین)	کوه‌ها و تپّه‌های به هم پیوسته مشرف به دشت زمین‌های مقعر شکل
۶	شیب زمین	۱۵ تا ۳۵ درجه
۷	رطوبت نسبی	کمتر از۶۰ درصد
۸	میزان بارندگی	کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر در ماه تعداد روز بارانی کمتر از ۷روز در ماه
۹	کاربری اراضی	زمین‌های بایر، جنگل‌های کوتاه و خیلی کوتاه، زمین‌های شنی ، کویر و فرودگاه‌ها خارج از نقاط شهری و مسکونی
۱۰	راه‌های دسترسی	کمتر از ۵ کیلومتر
۱۱	فاصله از مراکز جمعیتی	-

شناخت معیارها

سرعت باد: یکی از شواهد و جنبه‌های اثرجو بر پرواز باد است. هوا به ندرت کاملاً آرام است و در عین حال بخش اساسی پروازهایی را که از نیروی باد استفاده می‌شود را دربرمی‌گیرد. باد در اثر عدم تساوی فشار در دو منطقه و

1. DEMATEL
2. Database
3. Conditional
4. Intersect

معمولا در ابعاد افقی به‌وجود می‌آید. اصولاً باد بوسیله جهتی که از آن سمت می‌وزد، بر حسب درجه و سرعت باد بر حسب نات معرفی می‌شود (پی‌گن، ۱۳۸۳، ۳۰).

- **جهت باد:** هر منطقه در طی روز یا مدت مشخص از زمان از جهات مختلف در معرض وزش بادهای مختلف قرار می‌گیرد و در بعضی از جهات تعداد وزش بیشتر است. اگر باد تغییر جهت دهد در روش فرود تأثیرگذار است (Vargas, Malcolm; Wang, Doris ; 2008).
- **دما:** تغییرات دما برای خلبان یک مسأله مهم است. زیرا او می‌خواهد به شرایط عملیات پرواز در ارتفاع کم یا در هوای آرام، پی ببرد. هوا در نزدیکی زمین به‌طور غیرمستقیم از خورشید گرما می‌گیرد. تشعشعات خورشید هوا را از سمت بالا گرم نمی‌کنند، بلکه آنها از هوا عبور کرده، با زمین برخورد نموده و آن را گرم می‌کنند و زمین هم به نوبه‌ی خود از زیر هوا را گرم می‌کند (پی گن، ۱۳۸۳: ۷).
- **باران:** بارش باران سبب تخریب شرایط پروازهای ورزشی و تفریحی است. همانطور که می‌دانید بارندگی با ارتفاع رابطه مستقیم دارد. یعنی با افزایش ارتفاع، میزان بارندگی که عاملی محدودکننده برای پرواز است، نیز افزوده می‌شود. بنابراین می‌توان یک رابطه رگرسیونی بین بارندگی و ارتفاع به دست آورد.
- **توپوگرافی:** نظر به اینکه اغلب پروازهای آموزشی مقدماتی یا تمرینات پروازهای آموزشی و همچنین پروازهای تفریحی ممکن است در چند صد پا از زمین انجام شود لذا باید به آثار سطح زمین در این ارتفاع پروازی توجه خاص شود. ضمن آنکه این ارتفاع در محدوده لایه اصطکاک (کمتر از ۱۵۰۰پا-۵۰متر- از خط‌الرأس بالاترین ارتفاع) قرار دارد (پی‌گن، ۱۳۸۳: ۱۴۳).
- **ارتفاع:** خطوط منحنی میزان برای نمایش دادن سطوح و رویه‌ها می‌باشد. این امکان را می‌دهند که به‌طور همزمان مناطق مسطح و شیب‌دار را (براساس مقدار فاصله بین خطوط منحنی میزان) و دره‌ها و خط‌القعرها و خط‌الرأس‌ها را به‌صورت نقشه ترسیم و مشاهده کنیم. هنگامی که مقدار تغییرات ارزش‌ها اندک باشد، خطوط فاصله بیشتری از هم خواهند داشت. در مواردی که ارتفاع به یکباره تغییرات زیادی را می‌نماید و به شدت دارای افزایش یا کاهش می‌باشد، خطوط به یکدیگر نزدیک‌تر هستند (حاجی آبادیان, لطیفی و تی تی دژ ۱۳۸۸, ۲۲۳).
- **شیب:** همانطور که می‌دانیم، سیستم اطلاعات جغرافیایی توابعی دارد که شیب و جهت شیب را با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی تعیین می‌کند. این توابع در برنامه‌ریزی‌های محیطی بسیار پر کاربرد هستند. تابع شیب این امکان را می‌دهد تا درکی مناسب و بهتر از میزان تغییرات پستی و بلندی و میزان شیب عرصه (رویه سطح زمین) بدست آورده و از خروجی بدست آمده در سایر پردازش‌ها استفاده شود (حاجی آبادیان, لطیفی و تی تی دژ ۱۳۸۸, ۲۲۸).
- **جهت شیب:** لایه جهت شیب نشان‌دهنده جهت جغرافیایی بیشترین شیب رو به سمت پایین می‌باشد و می‌توان آن را به‌عنوان جهت قطب‌نمایی درنظر گرفت که جهتی را که رویه یک تپه رو به آن جهت واقع شده است را مشخص می‌نماید (حاجی آبادیان، لطیفی و تی‌تی دژ ۱۳۸۸, ۲۲۹).

سطوح شیب‌دار جنوبی گرمای بیشتری نسبت به سطوح شیب‌دار شمالی، جذب می‌کنند (پی گن، ۱۳۸۳: ۷). موضوع جالب آن است که مقدار گرمای دریافتی در سطح شیب‌دار رو به شرق در ساعت ۸ صبح با مقدار گرمای دریافتی

سطح افقی در ظهر و مقدار گرمای دریافتی در سطح شیب‌دار رو به غرب، در ساعت ۴ بعدازظهر، با هم برابر هستند. (پی‌گن، ۱۳۸۳: ۱۱).

روش‌شناسی پژوهش

- **تکنیک دیمتل:** روش انتخابی پژوهش حاضر، روش دیمتل از تکنیک‌های تصمیم گیری چندمعیاره می‌باشد. تکنیک دیمتل توسط گابوس[1] و فونتلا[2] در سال ۱۹۷۶ ارائه شد. این تکنیک که از انواع روش‌های تصمیم‌گیری بر اساس مقایسه‌های زوجی است برای اولین بار در مرکز تحقیقات ژنو معرفی گردید. این روش در آن زمان برای حل مسائل پیچیده‌ای نظیر مسائل قحطی، انرژی، حفاظت از محیط زیست و ... مورد استفاده قرار گرفت (ترویسیک و همکاران،۲۰۰۳).

این روش‌شناسی ممکن است تأییدکننده روابط متقابل میان متغیر/ معیارها و یا محدودکننده روابط در یک روند توسعه‌ای و سیستماتیک باشد. محصول نهائی فرآیند دیمتل ارائه تصاویری مبتنی برنمودارهایی است که می‌تواند عوامل درگیر را به دو گروه علت و معلول تقسیم نماید و رابطه میان آن‌ها رابه صورت یک مدل ساختاری قابل درک درآورد (اصغرپور،۱۳۸۹).

جامعه آماری پژوهش مربیان پرواز و خلبان‌های دارای تجربه می‌باشند که دارای شاخص‌های زیر بودند:

دانش فنی مرتب، تجربه کاری و دارا بودن گواهینامه‌های مرتبط می‌باشد.

- **فرایند اجرای تکنیک دیمتل:** گام اول: عناصر تشکیل‌دهنده سیستم مورد بررسی را مشخص نمایید. عناصر همان۱۱ معیار مشخص پژوهش می‌باشند.

گام دوم: شدت روابط نهایی از عناصر را از خبرگان خواستار شوید. این شدت به‌صورت امتیازدهی به‌صورت جدول شماره ۲، می‌باشد. سپس میانه یا میانگین هندسی امتیازات را به ازای هر دو عناصر موجود محاسبه شد.

جدول۲: معرفی طیف

نام	مقدار
بدون تأثیر	۰.۰۰
تأثیر کم	۱.۰۰
تأثیر متوسط	۲.۰۰
تأثیر زیاد	۳.۰۰
تأثیر خیلی زیاد	۴.۰۰

برای در نظر گرفتن نظر همه خبرگان طبق فرمول ۱ از آن‌ها میانگین حسابی گرفته شده است.

$$z = \frac{x^1+x^2+x^3+\dots+x^p}{p}$$ فرمول(۱)

در این فرمول p تعداد خبرگان و x^1 ، x^2 ، x^p به ترتیب ماتریس مقایسه زوجی خبره ۱، خبره ۲ و خبره p می‌باشد. جدول ۳ میانگین مقایسات زوجی را نشان می‌دهد.

1. Gabus
2.Fontela

جدول۳: میانگین نظر تمام خبرگان

میانگین نظر تمام خبرگان	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}
C_1	0.00	2.20	2.80	2.60	2.60	2.60	3.00	2.80	2.20	2.20	2.20
C_2	2.20	0.00	2.60	2.20	2.20	2.60	2.40	2.20	1.80	1.60	2.00
C_3	2.40	3.40	0.00	2.80	2.40	3.00	2.80	2.80	2.60	2.20	2.60
C_4	1.80	1.80	1.20	0.00	1.60	1.60	1.40	1.60	1.40	1.20	1.40
C_5	2.20	2.40	2.80	2.60	0.00	2.80	2.40	2.20	2.20	2.20	2.40
C_6	2.60	2.60	2.60	2.80	2.00	0.00	2.40	2.60	2.60	2.20	2.00
C_7	1.00	1.00	0.60	1.80	0.60	0.80	0.00	1.80	1.80	1.20	0.80
C_8	1.00	1.20	1.00	1.80	0.60	0.60	1.80	0.00	2.00	1.00	1.20
C_9	2.20	2.20	1.60	2.00	1.20	1.40	2.00	2.00	0.00	2.00	1.20
C_{10}	1.20	1.20	2.20	1.20	2.20	2.00	1.40	1.60	2.20	0.00	2.80
C_{11}	0.80	0.80	1.60	1.00	2.20	1.60	1.20	1.20	1.60	2.20	0.00

برای نرمالیزه کردن ماتریس به‌دست آمده از فرمول‌های ۲ و ۳ استفاده شده است.

$$H_{ij} = \frac{z_{ij}}{r} \qquad \text{فرمول(۲)}$$

که r از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$r = \max_{1\le i\le n}\left(\sum_{j=1}^{n} z_{ij}\right) \qquad \text{فرمول(۳)}$$

جدول٤: ماتریس نرمالیزه شده

ماتریس نرمالیزه شده	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}
C_1	0.00	0.07	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.07	0.07	0.07
C_2	0.07	0.00	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.06	0.05	0.06
C_3	0.07	0.10	0.00	0.09	0.07	0.09	0.09	0.09	0.08	0.07	0.08
C_4	0.06	0.06	0.04	0.00	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04
C_5	0.07	0.07	0.09	0.08	0.00	0.09	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
C_6	0.08	0.08	0.08	0.09	0.06	0.00	0.07	0.08	0.08	0.07	0.06
C_7	0.03	0.03	0.02	0.06	0.02	0.02	0.00	0.06	0.06	0.04	0.02
C_8	0.03	0.04	0.03	0.06	0.02	0.02	0.06	0.00	0.06	0.03	0.04
C_9	0.07	0.07	0.05	0.06	0.04	0.04	0.06	0.06	0.00	0.06	0.04
C_{10}	0.04	0.04	0.07	0.04	0.07	0.06	0.04	0.05	0.07	0.00	0.09
C_{11}	0.02	0.02	0.05	0.03	0.07	0.05	0.04	0.04	0.05	0.07	0.00

بعد از محاسبه ماتریس‌های فوق، ماتریس روابط کل فازی با توجه به فرمول ۴ به‌دست می‌آید.

$$T = \lim_{k\to+\infty}\left(H^1 + H^2 + \cdots + H^k\right) = H \times (I - H)^{-1} \qquad \text{فرمول(۴)}$$

در این فرمول I ماتریس یکه است.جدول ۶ ماتریس t را نشان می‌دهد.

جدول۶: ماتریس روابط کل

ماتریس روابط کل	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}
C_1	0.12	0.19	0.21	0.21	0.20	0.21	0.22	0.22	0.20	0.19	0.20
C_2	0.17	0.11	0.19	0.18	0.17	0.19	0.19	0.18	0.17	0.16	0.17
C_3	0.19	0.23	0.14	0.22	0.20	0.23	0.23	0.22	0.22	0.19	0.21
C_4	0.12	0.13	0.12	0.08	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.12
C_5	0.18	0.19	0.21	0.21	0.12	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.20
C_6	0.19	0.19	0.20	0.21	0.18	0.13	0.20	0.21	0.20	0.18	0.18
C_7	0.08	0.08	0.08	0.11	0.07	0.08	0.06	0.11	0.11	0.09	0.08
C_8	0.09	0.10	0.09	0.12	0.08	0.08	0.12	0.07	0.12	0.09	0.10
C_9	0.14	0.15	0.14	0.15	0.12	0.14	0.16	0.15	0.10	0.14	0.13
C_{10}	0.12	0.13	0.16	0.14	0.16	0.16	0.14	0.15	0.17	0.10	0.18
C_{11}	0.10	0.10	0.13	0.11	0.14	0.13	0.12	0.12	0.13	0.14	0.08

گام بعدی به‌دست آوردن مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس T است. مجموع سطرها و ستون‌ها با توجه به فرمول‌های ۵ و ۶ به‌دست می‌آوریم.

$$(D)_{n\times 1} = [\sum_{j=1}^{n} T_{ij}]_{n\times 1}$$ فرمول(۵)

$$(R)_{1\times n} = [\sum_{i=1}^{n} T_{ij}]_{1\times n}$$ فرمول(۶)

که D و R به ترتیب ماتریس $n \times 1$ و $1 \times n$ هستند.

مرحله بعدی میزان اهمیت شاخص‌ها $(D_i + R_i)$ و رابطه بین معیارها $(D_i - R_i)$ مشخص می‌گردد. اگر $D_i - R_i > 0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $D_i - R_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است. جدول ۷، $D_i + R_i$ و $D_i - R_i$ را نشان می‌دهد (Yen&Hu، 2009).

مدل تحلیل مکانی

هدف تحلیل مکانی، استخراج اطلاعات جدید از طریق تجزیه و تحلیل و پردازش داده‌های جغرافیایی است. با داشتن داده‌هایی همچون ارتفاع، اقلیم، شبکه راه‌های دسترسی و ... و نیز اعمال فرمول‌هایی خاص می‌توان توان اکولوژیکی یک منطقه را در زمینه‌ی ورزش‌های هوایی، اکوگردشگری و غیره سنجید (خسروی و جباری، ۱۳۹۰: ۵۳). تمامی این فرایندها و عملیات‌های نرم‌افزاری مشمول تحلیل‌های مکانی می‌گردد. مسلماً با افزودن لایه‌های دیگر در این مدلسازی، جواب نهایی متفاوت و منجر به کشف روابطی بین پارامترها خواهد بود.

شناخته‌ترین نوع تحلیل‌های مکانی، در بین کاربران سرتاسر جهان، عملیات انطباق لایه‌ها در محیط GIS می‌باشد که نتیجه آن تولید عناصر جدید مکانی در یک نقشه نهایی است. همپوشانی که از روش‌های مهم تحلیل‌های جغرافیایی محسوب می‌شود، عبارت است از قراردادن دو یا چندین لایه نقشه برای تولید یک نقشه جدید می‌باشد (خسروی؛ جباری، ۱۳۹۰: ۶۱).

منطق بولین

وزن‌دهی به واحدها در هر لایه اطلاعاتی در این مدل بر اساس منطق صفر و یک می‌باشد. یعنی در نقشه‌های پایه هر واحد از نظر پخش سیلاب یا مناسب‌اند یا نامناسب و حد وسطی وجود ندارد در نقشه‌های نهایی و تلفیق یافته‌ها نیز هر پیکسل یا مناسب است و یا نامناسب. این مدل دارای اپراتورهای NOT ، AND و OR است. بر اساس نظریه مجموعه‌ها AND اشتراک و OR اجتماع مجموعه‌ها را استخراج می‌کند یعنی در اپراتور AND فقط پیکسلی که در تمامی نقشه‌های پایه ارزش یک دارد در نقشه نهایی ارزش یک خواهد داشت و جزو مناطق مناسب دسته‌بندی می‌شود اما در اپراتور OR پیکسلی که فقط از نظر یک نقشه پایه مناسب بوده و ارزش یک دارد و از لحاظ سایر لایه‌های اطلاعاتی دارای ارزش صفر باشد در نقشه خروجی و تلفیق یافته ارزش یک داشته و مناسب تشخیص داده می‌شود (قرمز چشمه،۱۳۷۹).

یافته‌های پژوهش

در این تحقیق به‌منظور بررسی مکان‌یابی سایت پاراگلایدر از ۱۱ معیار استفاده شده است که اسامی آن‌ها در جدول شماره ۱ آورده شده است. پس از ادغام نظرات خبرگان و همچنین طبقه‌بندی عوامل مذکور، شبکه‌ای متشکل از چهار مرحله بعدی

میزان اهمیت شاخص‌ها ($D_i + R_i$) و رابطه بین معیارها ($D_i - R_i$) مشخص می‌گردد. اگر $D_i - R_i > 0$ باشد معیار مربوطه اثرگذار و اگر $D_i - R_i < 0$ باشد معیار مربوطه اثرپذیر است. جدول ۷، $D_i + R_i$ و $D_i - R_i$ را نشان می‌دهد.

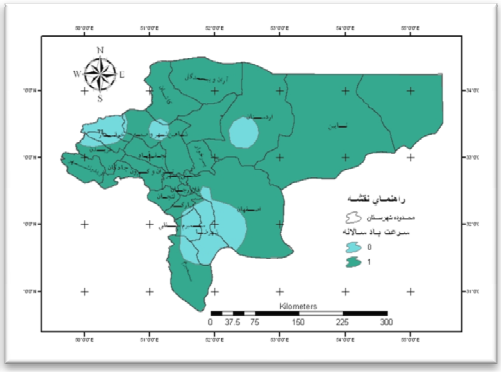
جدول۷: اهمیت وتأثیرگذاری معیارها

معیار	$D_i + R_i$	$D_i - R_i$
سرعت باد غالب	4.24	1.02
جهت وزش باد غالب	4.01	0.57
جهت شیب زمین	4.64	0.93
میانگین دما	3.52	-0.25
توپوگرافی	4.29	0.80
شیب زمین	4.35	0.65
رطوبت نسبی	3.10	-0.73
میزان بارندگی	3.20	-0.60
کاربری اراضی	3.49	-0.20
راه‌های دسترسی	3.12	-1.27
فاصله از مراکز جمعیتی	3.22	-1.18

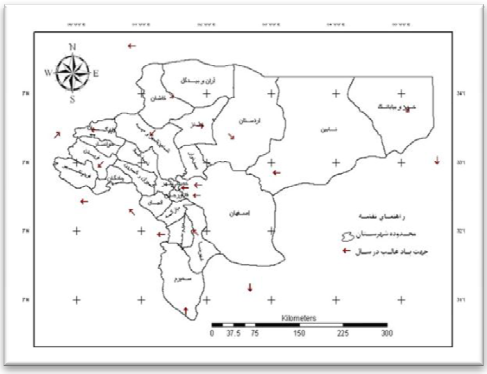
نتایج نشان می‌دهد که مهمترین عامل‌ها به ترتیب، جهت شیب زمین، شیب زمین و توپوگرافی می‌باشد که هرسه پارامترهای فیزیکی می‌باشند و در رتبه بعد سرعت باد غالب و جهت وزش باد می‌باشد. سرعت باد غالب جهت وزش باد غالب، جهت شیب زمین توپوگرافی، شیب زمین و حریم هوایی جزء پارامترهای تاثیرگذار می‌باشد و سایر عوامل تاثیرپذیر هستند از قبیل رطوبت نسبی، میزان بارندگی، دید پروازی.

نقشه‌های مکانی

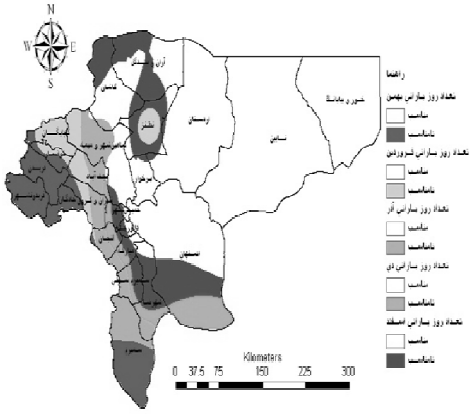
پهنه‌بندی به معنای دسته‌بندی عرصه سرزمین به نواحی همگن به‌گونه‌ای که ویژگی‌های دسته‌بندی قابل بهره‌برداری از طریق تفکیک موضوعات باشد (سهامی ۱۳۸۸, ۹۸). مراحل پیاده‌سازی روش تحقیق با ترسیم نقشه برای پارامترهای تعیین شده آغاز گشت. سپس هر لایه با توجه به استاندارد پروازی کلاس‌بندی شد ابتدا نقشه‌ها به‌صورت جداگانه تهیه شده و در نهایت نقشه نهایی با تلفیق نقشه های معیارها تهیه شده است.



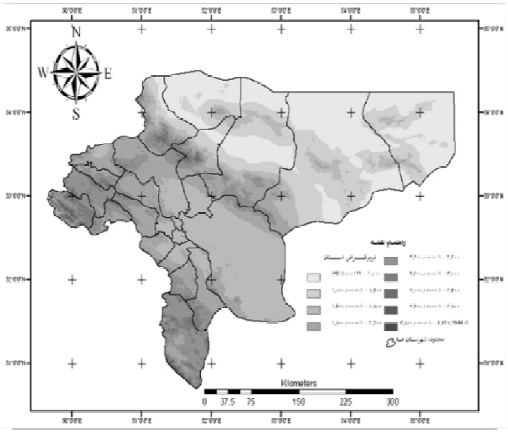
نقشه پهنه‌بندی سایت پروازی با توجه به سرعت باد غالب



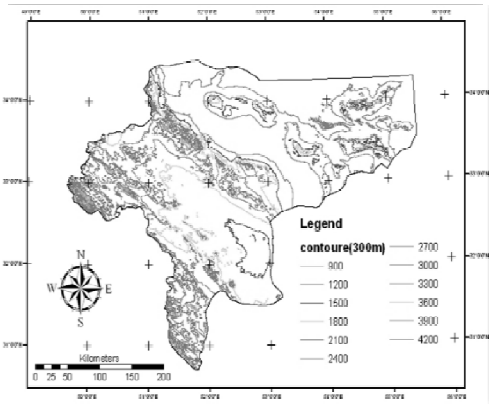
نقشه جهت باد غالب سالانه در استان اصفهان



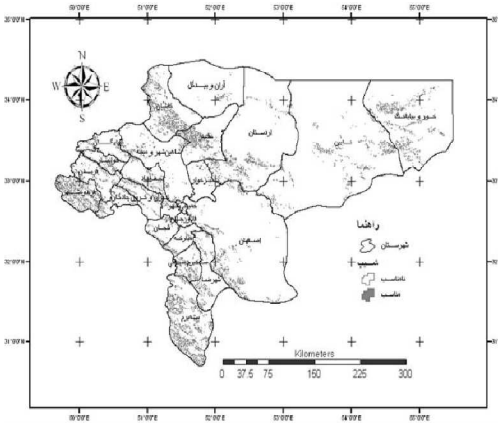
نقشه تلفیق مناطق مناسب و نامناسب از نظر تعداد روز بارندگی



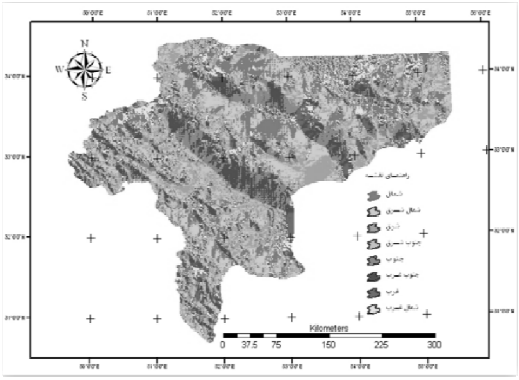
نقشه توپوگرافی استان اصفهان



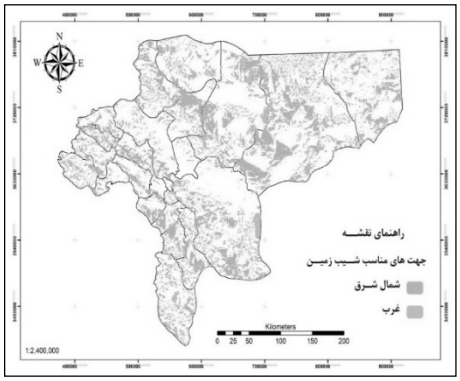
نقشه خطوط منحنی میزان استان اصفهان



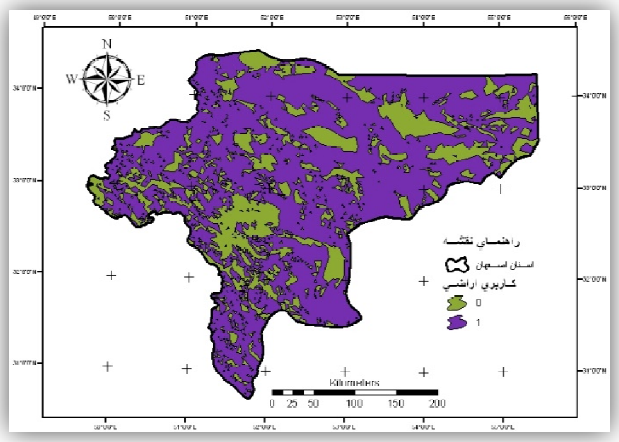
نقشه پهنه‌بندی شیب استان اصفهان برای سایت پروازی



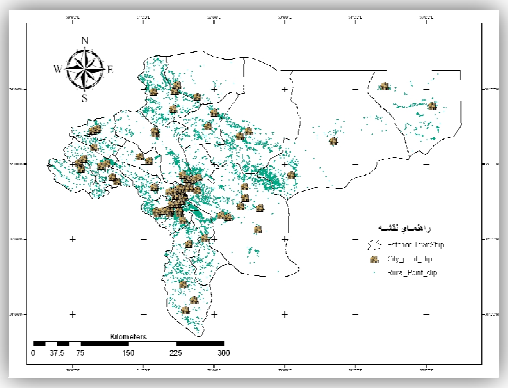
نقشه جهت شیب استان اصفهان



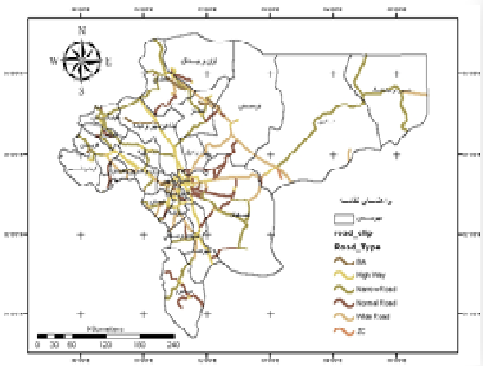
نقشه مکان‌های دارای جهت شیب شرقی و جنوب‌غربی



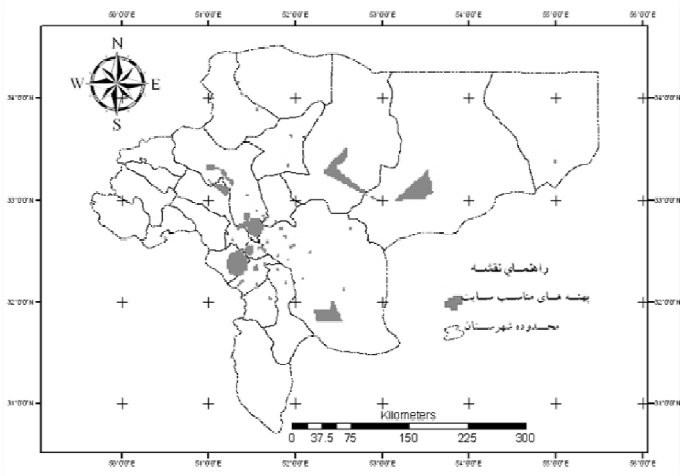
نقشه پهنه‌بندی برای سایت پروازی با توجه به کاربری اراضی استان اصفهان



نقشه پراکندگی نقاط شهری و روستایی در استان اصفهان



نقشه راه‌های دسترسی در سطح استان اصفهان



نقشه تلفیق پهنه‌های مناسب سایت پروازی سال

نتایج

تعیین مکان مناسب برای سایت پروازهای تفریحی و گردشگری از لحاظ شرایط طبیعی و زیست محیطی و نیز قوانین انسانی بسیار حائز اهمیت است. فاکتورهای مؤثر در مکان‌یابی سایت‌های پروازی نیازمند به ابزار توانمندی است که بتواند با درنظر گرفتن تمامی عوامل، مکان‌یابی مناسب برای گردشگران و خلبانان انجام دهد. محل مناسب برای به پرواز درآوردن پاراگلایدر کوه‌ها و تپه‌های به‌هم پیوسته مشرف به دشت می‌باشد. محل برخواستن می‌بایست دارای شیب مناسب باشد. با پاراگلایدر از دیواره‌ها و صخره‌ها نمی‌توان پرید. هنگام برخواستن لازم است باد مناسب از سمت دشت به‌طرف کوه وجود داشته باشد و خلبان با دویدن در سراشیبی رو به باد و به طرف دشت به پرواز در خواهد آمد. در ذیل خلاصه‌ای از محل‌های که بهترین امکان پرواز وجود دارد آورده شده است:

- بالای شیب‌های تند.
- بالای ریج و شیب‌های در ارتفاع بالاتر از بقیه.
- بالای یک شیب هموار (بدون درخت و موانع).
- بالای وجوهی که مستقیماً در جهت روبروی وزش باد قرار دارند.
- جائیکه سرعت باد در آنجا بیشتر می‌شود مانند فرورفتگی‌ها (تا جائیکه خطرساز نباشد و حد ایمنی رعایت شود).
- و زمانیکه هوا بخاطر وجود گرما سبکتر می‌شود (هاشمی، وب سایت آموزشگاه خلبانی فوق سبک سیروس فاتحان آسمان[1]).

با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و عوامل درگیر در مکان‌یابی در استان اصفهان مشخص شد. مناطق مستعد برای سایت پروازهای تفریحی در قسمت‌هایی از مرکز استان اصفهان در مجاورت ارتفاعات واقع هستند. بدیهی است مناطق مذکور در شرایط اقلیمی بسیار مطبوع‌تر قرار داشته و همچنین از نظر توپوگرافی دارای شرایط مناسب‌تری می‌باشند. براساس مدل، تلفیق نهایی حاصل از اشتراک لایه‌ها امکان دسترسی آسان به تمامی سایت‌ها وجود داشته و اکثر آنها در حاشیه جاده‌ها با فاصله نسبتاً کم واقع هستند. این سایت‌ها امکان استقرار موقت گردشگران را فراهم کرده و می‌توان با در نظر گرفتن بعضی از امکانات رفاهی، امکان اقامت گردشگران به‌مدت طولانی‌تر را نیز فراهم نمود. از این‌رو، با شرایط منحصر به‌فرد طبیعی منطقه توزیع متناسب مکان‌های مستعد گردشگری و درنظر گرفتن تمهیدات لازم در سطح منطقه می‌توان اقتصاد بومی ناحیه را متحول کرد.

در این پژوهش، نقاط مناسب سایت پروازهای تفریحی، در استان اصفهان، به روشی که پیشتر توضیح داده شد، انتخاب گردید. نقاط مناسبی، که در روی نقشهٔ نهایی به صورت فضایی، نمایش داده شده است، همگی دارای ارزش یکسانی است و انتخاب دقیق مکان، که مرحلهٔ عملیاتی است، از سیاست‌های منطقه‌ای تبعیت می‌کند؛ در خصوص مکان مناسب سایت پروازی، که علاقه‌مندان خاص و مرفه دارد، ضمن برخورداری از پتانسیل‌های طبیعی، زیرساختی وخدماتی، نزدیکی به شهرهای بزرگ و مراکز استان‌ها از مهمترین ملاک هاست و یک ناحیه، صرفاً به دلیل برخورداری از پتانسیل مکانی، نمی‌تواند مکان مناسبی برای گردشگری پرواز باشد.

1.http://www.cirrusfly.com/index.php?option=com_content&view=article&id=139:ridge-soaring&catid=1:report-news&Itemid=175

سایت‌های پرواز تفریحی پیشنهادی همچنین به‌عنوان بهترین مکان برای احداث ساز و کارهای گردشگری مورد استفاده قرار می‌گیرد. شناخت مناطق مستعد منجر به صرفه‌جویی در وقت و هزینه برای پیدا کردن یک مکان مناسب برای پرواز تفریحی می‌شود. این مناطق می‌توانند به شکل نقشه راهنما درآمده و علاوه بر خلبانان، در اختیار گردشگران و سرمایه‌گذاران قرار گیرد. به‌نظر می‌رسد توجه به نکات زیر در بهبود کیفیت مکان‌گزینی و توسعهٔ گردشگری در مکان‌های مناسب سایت‌های پروازی، در پروژه‌های عملی، اثرگذار باشد:

- آماده‌سازی سایت پروازی مطابق با استانداردهای جهانی؛
- فراهم کردن اقامتگاه‌های مناسب برای ایجاد کشش بیشتر در خلبانان و گردشگران برای مناطق موردنظر؛
- توسعهٔ زیرساخت‌ها و مسیرهای منتهی به سایت پروازی؛
- ارائهٔ خدمات حمل و نقل عمومی با کیفیت مناسب، در طول مسیرها؛
- فراهم کردن بالابرهای استاندارد، به‌خصوص در مناطق دارای شیب تند؛
- تهیهٔ نقشه‌های شیب و همچنین الگوهای اقلیمی محلی سایت پروازی برای خلبانان به‌منظور کاهش خطرات احتمالی؛
- برقرار کردن آموزشگاه‌های فعال ورزش‌های هوایی در منطقه؛
- کنترل خلبانان به لحاظ مهارت و تجهیزات؛
- توسعهٔ بیمه‌های ورزشی؛
- وجود مرکز درمانی فعال در نزدیکی سایت پروازی نیز از ضروریات آن است.

تعیین مکان‌های مناسب و بارگذاری امکانات و تسهیلات گردشگری در افزایش تعداد گردشگر و بعضاً ازدیاد درآمدهای اقتصادی می‌تواند نقش مؤثری داشته باشد.

کتابشناسی

۱. آذر، ع، پژوهش در عملیات نرم (رویکردهای ساختاردهی مسئله) تهران، انتشارات سازمان مدیریت صنعتی، چاپ اول، ۱۳۹۲؛

۲. اصغرپور،م.ج، تصمیم‌گیری چند معیاره تهران، انتشارات دانشگاه تهران،چاپ هشتم،۱۳۸۹؛

۳. بابایی ، علیرضا و جلال کریمی؛ "طراحی مسیر پرواز بهینه هواپیماهای بدون سرنشین در حضور عوارض زمینی و مناطق تهدید" مکانیک هوا فضا (پیاپی ۲۳) (دینامیک، ارتعاشات و کنترل)) (۱۳۹۰): ۵۵-۶۷؛

٤. پی‌گن، دنیس. شناخت آسمان برای پرواز. سوم، تابستان۸٦. با ترجمه وارطان زاکاریان. تهران: انتشارات دلشدگان، ۱۳۸۳؛

۵. جهانبخش اصل، سعید؛ بهروز، ساری‌صراف؛ و عباس حسینی "ارزیابی امتداد باند پرواز فرودگاه اردبیل با تجزیه و تحلیل عنصر باد." پژوهش‌های جغرافیایی ۳۸(۵۷) (۱۳۸۵): ۱۱۳-۱۲٦؛

٦. حاجی آبادیان، جواد، هومن لطیفی، و امید تی تی دژ. خودآموز **Spatial Analyst ArcGIS**؛

۷. تدوین توسط امید تی تی دژ. با ترجمه جواد حاجی آبادیان، هومن لطیفی و امید تی تی دژ. تهران: یغمایی- علم

معمار، ۱۳۸۸؛

۸. خسروی، یونس؛ جباری، محمدکاظم (۱۳۹۰)، مبانی سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی(GIS) خودآموز۱۰ARC GIS زنجان: نشر آذر کِلک، ۱۳۹۰؛

۹. رحیم‌زاده، ف.، ز.، جهانگیری. "مکان‌یابی مناسب برای استفاده از انرژی باد در کشور" سومین همایش بین‌المللی بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان. تهران، ۱۳۸۲؛

۱۰. رحیم‌زاده، فاطمه؛ پدرام، مژده؛ صداقت کردار، عبدالله؛ کمالی، غلامعلی. "برآورد انرژی باد در ایستگاههای همدیدی استان اصفهان." جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، شماره ۳ (پاییز ۱۳۸۸): ۱۷۲-۱۵۵؛

۱۱. سازمان هواشناسی کشور، ارزیابی انرژی پتانسیل باد در پهنه‌های بادخیز ایران. گزارش پروژه، تهران: ۱۳۸۵؛

۱۲. سهامی، حبیب‌الله، آمایش و مکانیابی. تهران: دانشگاه صنعتی مالک اشتر، ۱۳۸۸؛

۱۳. شیخ بیگلو، رعنا؛ محمدی، جمال؛ "تحلیل عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر طراحی شهری مطالعه موردی شهر اصفهان" مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی ۳، شماره ۲۱ (پاییز ۱۳۸۹): ٦۱- ۸۲؛

۱٤. قرمز چشمه، باقر و همکاران (۱۳۷۹)، تعیین شاخص‌های موردنیاز در مکان‌یابی پخش سیلاب، مجموعه مقالات دومین همایش سراسری دست‌آوردهای طرح آبخوان داری؛

۱۵. وارثی، حمیدرضا؛ محمدی، جمال؛ شاهیوندی، احمد؛ "مکانیابی فضای سبز شهری با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی." مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، شماره دهم (بهار و تابستان ۱۳۸۷): ۸۳-۱۰۳؛

16. Araque، Francisco; Salguero، Alberto; Abad، Maria M.;. "Application of data warehouse and Decision Support System in soaring site recommendation." Information and Communication Technologies in Tourism (Springer Verlag)، 2006: 12;

17. Hu Y.، Lee C.، Yen M.، Tsai H.; "Using BPNN and DEMATEL to modify Importance – Performance Analysis model – A study of the computer industry"; Expert Systems with Applications، Vol. 36، No. 6، 2009;

18. Paragliding Site Selection and Development - the basics. Taiwan، 2009;

19. Rzucidło، Arkadiusz. "Thermals Map – Assist Flight System." Intelligent Information and Engineering Systems (Institute of Information Theories and Applications FOI ITHEA، Sofia، 1000، P.O.B. 775، Bulgaria. and Rzeszow University of Technology، Poland) 13 (September 2009): 85-88;

20. Salguero، Alberto; Araque، Francisco; Carrasco، R; de Campos، A; Martínez، L;. "Using Fuzzy Data Mining for finding preferences in adventure tourism." EUROFUSE WORKSHOP New Trends in Preference Modelling، n.d.: 79-85;

21. Trevithick، S. Flabouris، A.، Tall، G.، Webber، C.، (2003), International EMS systems: New South Wales. Australia، Resuscitation، 59 (2):521-70;

22. Vargas، Malcolm. Introduction to Paragliding a training manual and study guide for beginner and novice level pilos. Translated by Doris Wang. Taiwan: USHPA، 2008;

23. Vargas، Malcolm. Introduction to Paragliding a training manual and study guide for beginner and novice level pilos. Translated by Doris Wang. Taiwan: USHPA، 2008;

24. Vargas، Malcolm; Wang، Doris ;. Introduction to Paragliding. Taiwan: the ROC 2008.