

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۱۴۰۱ (۱۸۰-۱۶۹)

مکانیابی صفحه‌های خورشیدی با استفاده از فراسنج‌های اقلیمی و سامانه

اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: استان خوزستان)

مختار کرمی^۱

رسول سروستان*

r.sarvestan@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۳/۹

تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۲۲

چکیده

زمینه و هدف: در این پژوهش تلاش شده تا مکان‌یابی صفحه‌های خورشیدی با استفاده از فراسنج‌های اقلیمی و سامانه اطلاعات جغرافیایی در گستره استان خوزستان مورد بررسی قرار گیرد.

روش بررسی: در ابتدا داده‌های اقلیمی (مجموع بارندگی سالانه، میانگین دما سالانه، تعداد ساعات آفتابی و تعداد روزهای گردوغباری) مربوط به ۲۱ ایستگاه هواشناسی و لایه‌های ارتفاع، شیب، جهت شیب، گسل، رودخانه، کاربری اراضی و جاده به عنوان مهم‌ترین عوامل اقلیمی، توپوگرافی، محیط زیستی و محیط انسانی مؤثر بر میزان صفحه‌های خورشیدی در GIS با استفاده از روش IDW تولید شدند، سپس با توجه به مدل FTOPSIS وزن بندی شده و این لایه‌ها از طریق روش همپوشانی با هم تلفیق شده و لایه‌های پهنه‌ای جهت استقرار صفحه‌های خورشیدی در استان تهیه گردید.

یافته‌ها: پس از ایجاد لایه‌های پهنه‌ای، آن‌ها را در محیط GIS در نهایت با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف و تعیین وزن هر لایه اطلاعاتی، کلاس بندی نقشه مکان‌یابی صفحه‌های خورشیدی در ۵ کلاس بسیار مطلوب با (۳/۲-۰۵۰/۰۲۰)، در محدوده مطلوب (۱/۰۵۴-۱/۰۱۰)، متوسط (۱/۵۳۰-۱/۲۲۰)، در محدوده نامطلوب (۱/۲۱۰-۰۹۴۱) و بسیار نامطلوب (۵۱۲-۰۹۴۰) طبقه بندی شدند.

بحث و نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان داد که؛ با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف و اعمال محدودیت‌ها و پتانسیل‌ها، پهنه‌هایی محدود شرقی شامل شهرهای دهدز و ایذه دارای بالاترین درجه از مطلوبیت احداث صفحه‌های خورشیدی هستند. نتایج همچنین نشان داد که سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری و فرآیند تحلیل تاپسیس فازی (FTOPSIS) مدل انعطاف پذیری در مدل‌سازی داده‌های مکانی در انتخاب مکان مناسب صفحه‌های خورشیدی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: صفحه‌های خورشیدی، مکان‌یابی، تاپسیس فازی، GIS، خوزستان.

۱ - استادیار آب و هواشناسی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

۲ - دکترای در رشته آب و هواشناسی شهری، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران. * (مسئول مکاتبات)

Locate solar panels using climate indices and GIS (Case study: Khuzestan)

Mokhtar Karami¹

Rasol Sarvestan² *

r.sarvestan@gmail.com

Admission Date: December 13, 2017

Date Received: May 30, 2017

Abstract

Background and Objective: In this research, it is tried to find the location of solar panels using climate and geographic information systems in the province of Khuzestan.

Material and Methodology: At first, climatic data (total annual precipitation, annual average, sunshine and number of days of dust) related to 21 meteorological stations and elevation, slope, tilt, fault, fault, land use and road layers as the most important climatic factors, Topography, environment and human environment, which were influenced by the amount of solar panels in GIS, were generated using the IDW method, then weighed according to the FTOPSIS model, and these layers were combined through the overlapping method and the layer layers To establish solar panels in the province was provided.

Findings: After creating the layered layers, they were finally placed in the GIS environment by combining different layers of information and determining the weight of each information layer. The classification of the map of the solar panels in 5 highly desirable categories with (2.020-3.020- 3.050), in the desirable range (1.540-2.090), moderate (1.220-1.530), in the unfavorable range (941-1.210) and very unfavorable (512-940).

Discussion and Conclusion: The study showed that, by combining different information layers and applying limitations and potentials, the eastern boundary zones including the cities of Dahdz and Izeh have the highest degree of utility in the construction of solar panels. The results also showed that the GIS as a decision support system and fuzzy overhead analysis process (FTOPSIS) is a flexible model for locating data in the selection of suitable solar panels.

Key words: solar panels, mapping, fuzzy TOPSIS, GIS, Khuzestan.

1- Department of Geography, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.

2- PhD of Urban Climatology. Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran* (*Corresponding Author*)

مقدمه

تابش خورشیدی یکی از ایمن‌ترین، مؤثرترین و اقتصادی‌ترین منابع انرژی است که پتانسیل تبدیل شدن به منبع اصلی انرژی در آینده نه‌چندان دور را دارد. بررسی استفاده بهینه از انرژی خورشیدی نیازمند مکان‌یابی دقیق صفحه‌های خورشیدی است (۱). تابش خورشیدی نقشی اساسی در طراحی، بهره‌برداری، توسعه و برنامه‌ریزی انرژی خورشیدی ایفا می‌کند (۲) و به عنوان مهم‌ترین پارامتر در تصمیم‌گیری‌های چند معیاره جهت‌های صفحه‌های خورشیدی می‌باشد (۳). محدودیت ذخایر انرژی فسیلی در جهان و افزایش سطح مصرف انرژی، همواره انسان را برای جایگزینی منابع جدید انرژی به چالش کشیده است (۴). مضرات و محدودیت‌های سوخت‌های فسیلی و بالا رفتن مصرف انرژی، تمایل به استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و به‌ویژه انرژی خورشیدی را افزایش داده است؛ به‌گونه‌ای که در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ سرانه‌ی تولید انرژی جهانی ۱۰/۳ درصد افزایش یافته (۵). انرژی‌های تجدید پذیر و با توجه به پتانسیل کشور ایران، انرژی‌های خورشیدی به دلیل عدم تولید و سایر مواد زاید (۶). موجب حفظ منابع طبیعی و احیای اراضی، کاهش خطوط انتقال نیرو، افزایش استقلال منطقه‌ای در تأمین انرژی و افزایش سرعت برق دهی و از هزینه کمتری برخوردار می‌باشد (۵).

در جهان تحقیقات مختلفی بر روی پهنه‌بندی و مکان‌یابی صفحه‌های خورشیدی صورت گرفته که در زیر به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود یانگ^۱ و همکاران (۲۰۰۵) مدلی جهانی برای برآورد میزان تابش ساعتی و روزانه ارائه دادند که در این مدل علاوه بر تابش خورشید میزان فشار، توزیع جهانی ضخامت لایه اوزن، بارش و توزیع جهانی ضریب تیرگی انگستروم را نیز در نظر گرفته‌اند (۷).

گرالد^۲ و همکاران (۲۰۱۱) در دو منطقه اسپانیا و برزیل از شبکه عصبی به جای شبکه رادیومتری به علت هزینه بر بودن و مشکل در واسنجی استفاده نمودند. نتایج آماری این تحقیق نشان داد که داده‌های هواشناسی و شبکه عصبی در تخمین

واقعی تابش خالص مؤثر هستند (۸). کمبیزدیس^۳ و همکاران (۲۰۱۲). تغییرپذیری تابش کوتاه پایین رونده خورشیدی را در قاره آسیا بررسی کردند. نتایج نشان داد که در طی ماه‌های مختلف و فصل‌های مختلف به دلیل تغییرات اقلیمی، تغییرات تابش کوتاه زیاد می‌باشد (۹). نوتن^۴ و همکاران (۲۰۱۳). از شبکه عصبی مصنوعی در جهت تخمین ده مؤلفه تابش خورشیدی استفاده کردند. نتایج آن‌ها مقادیر کم نمایه‌های خطای حاصل از مدل شبکه عصبی را نشان داد. مدل‌های تجربی برای مناطق مختلف مانند پنمن فائو مانتیث، برلند، رگرسیون مینا و ایرماک برای برآورد تابش خالص خورشیدی پیشنهاد شده‌اند که با توجه به اقلیم منطقه پارامترهای ورودی مختلفی را دارا هستند (۱۰).

حیدری (۱۳۸۸). به مکان‌یابی ساخت نیروگاه خورشیدی در ایران پرداخته و استان کرمان را مناسب‌ترین مکان تشخیص دادند (۱۱).

اسفندیاری و همکاران (۱۳۹۰). در پژوهشی پتانسیل سنجی احداث نیروگاه‌های خورشیدی به بررسی پارامترهای اقلیمی در استان خوزستان با استفاده از GIS پرداختند و شهرهای بهبهان، رامهرمز و باغ‌ملک در استان خوزستان را مستعد احداث این تأسیسات یافتند (۱۲). سبزی پور (۲۰۰۷) (۱۳). با استفاده از سه روش پالتریج و پروکتر (۱۹۷۶) (۱۴). صباغ و همکاران (۱۹۷۱) (۳)؛ و دانسشیار (۱۹۸۷) (۱)؛ و اصلاح این مدل‌ها تابش کل خورشیدی را به صورت ماهانه در منطقه مرکزی ایران تخمین زده‌اند. یوسفی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی به مکان‌یابی نیروگاه‌های خورشیدی با استفاده از منطق فازی و FTOPSIS پرداخته و نتیجه گرفتند؛ ۹ منطقه به عنوان بهترین مکان‌ها برای احداث نیروگاه خورشیدی می‌باشند که در مجموع ۲۲۲ Km مساحت داشته و ۰/۱۵ درصد از کل مساحت استان را به خود اختصاص می‌دهد (۱۵). تقوای و صبوچی (۱۳۹۶) در پژوهشی پهنه‌بندی و مکان‌یابی نیروگاه‌های خورشیدی در استان اصفهان را با استفاده از

خورشیدی می‌توان از هدر رفتن آب برای برق صرف نظر کرد و آن را برای مصرف کشاورزی و آشامیدنی استفاده کرد.

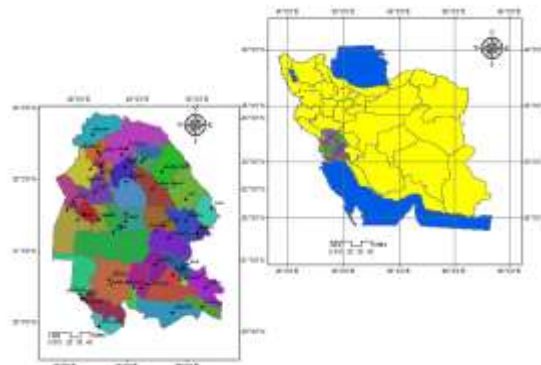
مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

استان خوزستان با مساحت ۶۴۰۵۴ کیلومتر مربع بین ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۳ درجه و صفر دقیقه عرض شمالی از خط استوا و ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ در جنوب غربی ایران قرار دارد و از شمال با استان لرستان، از شمال شرقی و مشرق با استان کهگیلویه و بویراحمد و استان چهارمحال بختیاری، از جنوب شرقی با بوشهر، از جنوب با خلیج فارس و از مغرب با کشور عراق هم‌مرز است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی ایستگاهی مورد مطالعه را در استان خوزستان و کشور نشان می‌دهد (۱۷).

TOPSIS و GIS مورد بررسی قرار دادند؛ و نتیجه گرفتند که حدود ۱۷ درصد از مساحت استان در وضعیت بسیار مطلوب از لحاظ استقرار پنل‌های خورشیدی قرار دارد (۱۶).

قرارگیری استان خوزستان در نواحی پرتابش کره زمین، دارای اقلیمی گرم و نیمه‌خشک، آسمانی، صاف و شفاف می‌باشد؛ که قابلیت بیشتری جهت دریافت این انرژی در مقایسه با دیگر نقاط دارد. برای بهره‌برداری از این انرژی خدادادی نیاز به احداث صفحه‌های خورشیدی می‌باشد. این استان به دلیل زمین‌های کشاورزی و زمین‌های قابل تبدیل به کشاورزی و منابع طبیعی و با توجه به نیاز آبی که برای این منابع طبیعی نیاز است سالانه مقدار بسیار بالایی از این آب کشاورزی را برای انرژی برق هدر می‌دهند، با این وجود نصب صفحه‌های



شکل ۱- موقعیت محدوده مورد مطالعه

Figure 1. Location of The study area

روش پژوهش

به فراسنج‌های اقلیمی با مقادارها و واحدهای متفاوت می‌باشد استفاده شده، زیرا مناسب‌ترین گزینه باید کمترین فاصله را از نقطه آرمانی مثبت (بهترین حالت) و بیش‌ترین فاصله را از نقطه آرمانی منفی (بدترین حالت) داشته باشد (۱۹). به این ترتیب که ابتدا عوامل مؤثر در مکان‌یابی صفحه‌های خورشیدی تعیین گردد، سپس نقشه این پارامترها در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ مورد سازمان نقشه‌برداری تهیه شده و در محیط GIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نقشه IDW برای هر یک از پارامترها تولید و بنا به نیاز در مدل تاپسیس فازی به لایه‌ها وزن داده شد. لایه‌ها بنا به اهمیت و وزن آن‌ها روی هم قرار

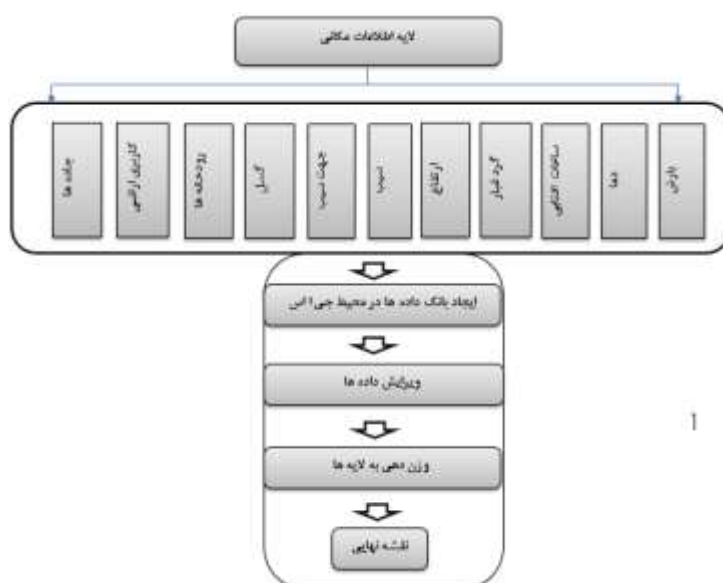
علت انتخاب این روش با توجه به گستردگی منطقه مورد مطالعه و تعداد عوامل مؤثر در مکان‌یابی و کامل نبودن اطلاعات مورد نیاز در هر یک از مقیاس‌های نقشه‌ای موجود، روند مکان‌یابی باید به صورت تصمیم‌گیری فازی در مراحل مختلف انجام گیرد. استفاده از رویکرد فازی در تصمیم‌گیری‌های چند شاخصه به اهمیت نسبی شاخص‌های مورد استفاده وابسته است (۱۸). فراوانی کارهای پژوهشی از این دست که برای مکان‌یابی جهت استقرار صفحه‌های خورشیدی است اندک است و برای مقایسه ایستگاه‌های استان خوزستان از لحاظ پتانسیل تولید برق خورشیدی روش تاپسیس که بهترین روش برای ارزش‌دهی

و در نهایت این لایه‌های اطلاعاتی به عنوان کلاس‌های عارضه در فرمت‌ها نرم‌افزار ArcGIS 10.4 ایجاد گردید. با بررسی‌های صورت گرفته ۴ شاخص اصلی شامل عوامل اقلیمی، توپوگرافی، محیط زیست و محیط انسانی در ۱۱ کلاس به‌بارندگی، دما، ساعات آفتابی، گردوغبار، ارتفاع، شیب، جهت شیب، گسل، رودخانه، کاربری اراضی و جاده دسته‌بندی شد؛ که هرکدام از کلاس‌ها در زیرگروه‌ها طبقه‌بندی شد. میزان تأثیر هر شاخص با استفاده از روش فرایند تاپسیس فازی تعیین گردید (شکل ۳).

گرفته (همپوشانی شده) و نقشه پهنه‌ای محدودی پیشنهادی ترسیم گردید. (شکل ۲) نمودار مراحل پژوهش را نشان می‌دهد.

لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده

برای بررسی و شناسایی عوامل مناسب و مؤثر جهت احداث صفحه‌های خورشیدی اقدام به شناسایی شاخص‌های مؤثر در مکان‌یابی با استفاده از معیارهای موجود و تجربیات کارهای انجام در پروژه‌های مکان‌یابی و پهنه‌بندی صفحه‌ها در سطح کشور شد. برای هر لایه جدول اطلاعات توصیفی آن نیز طراحی



شکل ۲- نمودار مراحل تحقیق

Figure 2. The diagrams of the research stages

می‌شود. شکل (۳) لایه‌های مورد استفاده و وزن‌های هرکدام را بر اساس تاپسیس فازی نشان می‌دهد.

هر لایه به معیارهای اصلی، زیر معیارها و گزینه تقسیم می‌شود. روش تاپسیس فازی در چند مرحله شامل ایجاد رتبه‌بندی، مقایسه عناصر تصمیم‌گیری به صورت کلامی و زبانی بیان



شکل ۳- نمودار لایه‌های مورد استفاده و وزن‌های هر کدام بر اساس تاپسیس فازی

Figure 3. shows the layers used and the weights of each one based on fuzzy tops

بحث و یافته‌ها

پس از ورود کردن داده‌ها به سیستم اطلاعات جغرافیایی و دسته‌بندی و مدیریت داده‌ها، هر کدام از داده‌ها بر اساس طبقات روش IDW تبدیل به لایه رستر شده و دوباره طبقه‌بندی شدند در نهایت با روی هم‌گذاری لایه‌ها رستری روی آن اعمال شود. (شکل ۴ تا ۱۶).

جدول (۲) مشخصات و وزن هریک از لایه نشان می‌دهد در این جدول هریک از لایه به پنج طبقه تقسیم‌شده به غیر از لایه

جهت شیب که چهار طبقه می‌باشد. بیش‌ترین وزن به لایه دما در طبقه ۴۸-۵۴ با ۳۳,۴۹ درصد و کمترین وزن به لایه کاربری اراضی در طبقه صخره ای با ۰,۰۲ در صد بدست آمده است.

جدول ۱- مشخصات و وزن بندی لایه‌ها

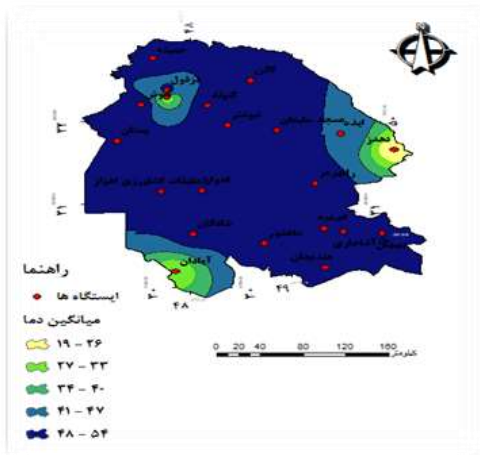
Table 1. Specification and layering of the layers

وزن	طبقه	ردیف	لایه‌ها	وزن	طبقه	ردیف	لایه‌ها
۳/۱۱	۳-۰/۹	۱	ارتفاع	۷/۳۱	۲۲۰-۱۰۰	۱	بارش
۵	۱۲-۴	۲		۱۵/۸۱	۳۳۰-۲۳۰	۲	
۱/۲۰	۲۲-۱۳	۳		۵/۳۸	۴۴۰-۳۴۰	۳	
۰/۱۲	۳۴-۲۳	۴		۵/۷۰	۵۶۰-۴۵۰	۴	
۰/۶۱	۷۷-۳۵	۵		۱۸/۷۹	۶۷۰-۵۷۰	۵	
۵/۳	شمال	۱	جهت شیب	۱/۱۱	۲۶-۱۹	۱	دما
۱/۳	مغرب	۲		۲/۰۹	۳۳-۲۷	۲	
۳/۴	مشرق	۳		۱/۲۴	۴۰-۳۴	۳	
۲/۲۵	جنوب	۴		۳/۴۲	۴۷-۴۱	۴	
۹/۸۱	۲۳-۰	۱	گسل	۳۳/۴۹	۵۴-۴۸	۵	گره خیز

۴/۱۲	۴۷-۲۳	۲		۰/۴۲	۲۴۰-۲۳۰	۱	ساعت آفتابی
۱/۶۰	۷۱-۴۸	۳		۰/۳۷	۲۶۰-۲۵۰	۲	
۱/۹۰	۹۵-۷۲	۴		۴/۳۳	۲۸۰-۲۷۰	۳	
۰/۳۷	۱۱۸-۹۶	۵		۳/۲۲	۳۰۰-۲۹۰	۴	
۲۳/۷۸	۲-۰	۱		۲/۰۵	۳۱۰-۳۰۰	۵	
۳/۰۷	۴-۳	۲	رودخانه	۶/۳۸	۵۵-۱۸	۱	گردوغبار
۳/۲۱	۶-۵	۳		۱/۷۴	۹۲-۵۶	۲	
۲/۲۲	۸-۷	۴		۱/۷۷	۱۳۰-۹۳	۳	
۴/۱۳	۱۰-۹	۵		۱	۱۷۰-۱۴۰	۴	
۰/۳۲	سایر کاربری	۱		۰/۵۱	۲۰۰-۱۸۰	۵	
۰/۰۲	صخره‌ای	۲	کاربری اراضی	۱/۸۵	۲۹۰-۳	۱	ارتفاع
۰/۱۱	کشاورزی	۳		۱/۱۴	۵۸۰-۳۰۰	۲	
۰/۰۰۹	جنگل	۴		۰/۵۹	۸۸۰-۵۹۰	۳	
۰/۰۴	مراتع	۵		۰/۰۹	۱۲۰۰-۸۹۰	۴	
				۰/۶۵	۱۵۰۰-۱۳۰۰	۵	

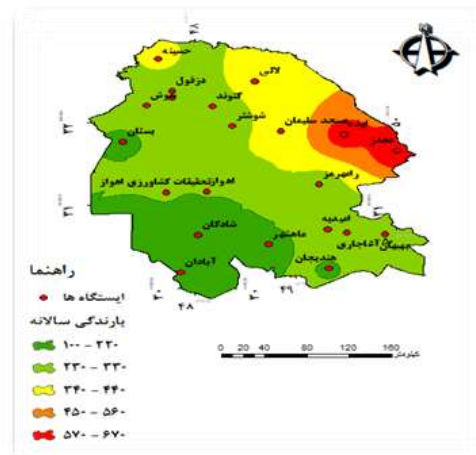
بیشترین مساحت دما در محدوده استان با ارقام ۲۸-۵۴ درجه و کمترین مساحت با ارقام ۱۹-۲۶ درجه می‌باشد (شکل ۵)

بیشترین مساحت و حوضه بارندگی در طبقه ۲۳۰ تا ۳۳۰ میلی‌متری با وزن ۷/۳۳ و کمترین مساحت حوضه بارندگی در طبقه ۵۷۰ تا ۶۷۰ میلی‌متر با وزن ۱۸/۷۹ می‌باشد. (شکل ۴)



شکل ۵- مشخصات لایه دما

Figure 5. Specification of the temperature layer
با طبقه ۳۰۰ تا ۳۱۰ با وزن ۲/۰۵ و کمترین ساعات آفتابی در ایستگاه‌های امیدیه و ماهشهر با طبقه ۲۳۰ تا ۲۴۰ می‌باشند شکل (۶). بیشترین مساحت گردوغبار در شمال و شمال شرقی استان خوزستان می‌باشد که با کمترین طبقه بین ۱۸ تا ۵۵ روز همراه است. از طرف دیگر بیشترین تعداد روزهای

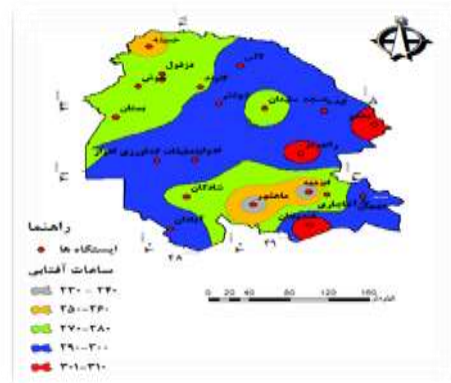


شکل ۴- مشخصات طبقه‌بندی بارندگی

Figure 4. Rainfall classification
ساعات آفتابی مهم‌ترین پارامتر اقلیمی است که نشان دهنده میزان انرژی دریافتی مناطق از خورشید می‌باشد. ساعات آفتابی مجموع ساعات ماهانه یا سالانه یک منطقه است. این پارامتر خود تحت تأثیر چند عامل مؤثر بر تابش می‌باشد. بیش‌تری ساعت آفتابی در شهرهای دهدز، رامهرمز و هندیجان

گردوغبار در ایستگاه‌های اهواز و بستان مشاهده می‌شود با

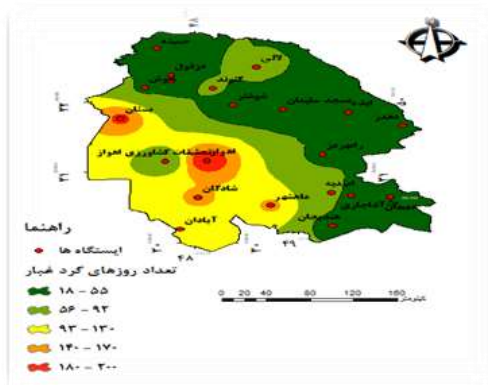
طبقه و مقدار ۱۸۰ تا ۲۰۰ روز می‌باشد (شکل ۷).



شکل ۶- نقشه مشخصات ساعات آفتابی

Figure 6. Sunny hours profile map

ارتفاع استان خوزستان در بین طبقه ۳ تا ۱۵۰۰ متری قرار می‌گیرد. در این میان طبقه ۳ تا ۲۹۰ متری دارای بیشترین مساحت می‌باشد که بیش‌تر شهرهای استان در این طبقه قرار دارند و کمترین مساحت، طبقه ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ می‌باشد که مربوط به ایستگاه دهدز می‌باشد (شکل ۸). شیب طبقه ۰ تا ۳/۹ درجه بیش‌ترین مساحت و طبقه ۲۵ تا ۷۷ درصد کمترین مساحت استان خوزستان را تشکیل می‌دهند. (شکل ۹)



شکل ۷- نقشه طبقه‌بندی تعداد روزهای گردوغبار

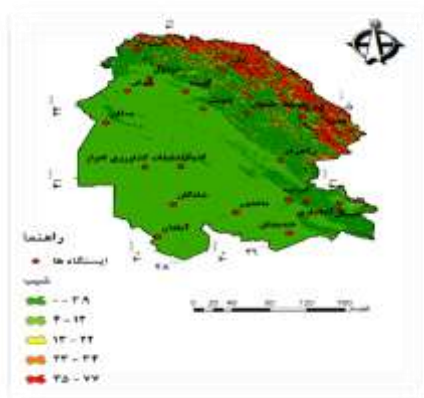
Figure 7. Mapping the number of days of dust

جهت شیب‌های رو به شمال داری بیش‌ترین وزن و مساحت می‌باشد و شیب‌های رو به مغرب داری کمترین مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. (شکل ۱۰). نقشه گسل در پنج طبقه فواصل صفر کیلومتری ۲۳ کیلومتری ۴۸ کیلومتری ۷۲ کیلومتری و سایر تقسیم‌بندی شده‌اند. ردیف و طبقه اول یعنی ۰ تا ۲۳ کیلومتری داری بیش‌ترین وزن با ۱۹/۸۱ بوده و ردیف و طبقه ۹۶ تا ۱۱۸ کیلومتری داری کمترین وزن با ۰/۳۷ می‌باشد (شکل ۱۱)



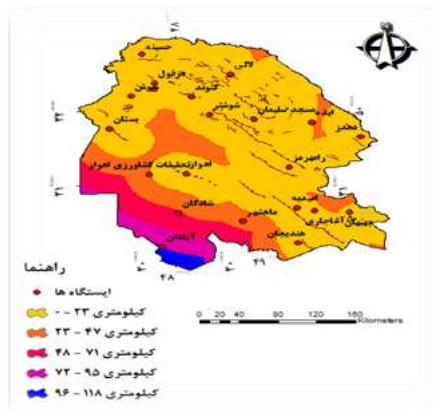
شکل ۸- نقشه طبقه‌بندی ارتفاع

Figure 8. Height classification map



شکل ۹- نقشه طبقه‌بندی شیب

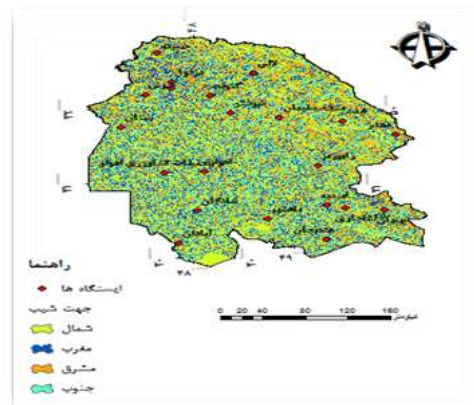
Figure 9. Slope classification map



شکل ۱۱- نقشه طبقه‌بندی گسل

Figure 11. Fault classification map

صفحه‌های خورشیدی در ۵ کلاس طبقه بسیار مطلوب با (۲/۱-۰۱۰/۵۴۰)، در محدوده مطلوب (۳/۲-۰۵۰/۰۲۰)، متوسط (۱/۱-۵۳۰/۲۲۰)، در محدوده نامطلوب (۱/۹۴۱-۲۱۰) و بسیار نامطلوب (۵۱۲-۹۴۰) طبقه‌بندی شد. یافته‌های شکل ۱۵ نشان می‌دهد که در بخش‌های شرقی استان خوزستان یعنی در شهر دهدز به بالاترین درجه از مطلوبیت برای احداث صفحه‌های خورشیدی رسیده است؛ و در همسایگی شهر دهدز با فاصله ۶۵ کیلومتر شهر ایذه قرار دارد که به عنوان دومین شهر برای احداث این صفحه‌ها تا حدودی مطلوب به نظر می‌رسد. مناطق متوسط احداث صفحه‌های خورشیدی در بخش‌های شمالی و شمال شرق استان یعنی در شهرهای حسینیه، لالی و مسجدسلیمان واقع شده‌اند. مناطق بسیار نامطلوب واقع در بخش‌های جنوبی، شمال غربی و غربی می‌باشد، این درجه نامطلوبیت در شهرهای آبادان، شادگان، ماهشهر، امیدیه، شوش به بیشترین شدت می‌رسد.



شکل ۱۰- نقشه طبقه‌بندی لایه جهت شیب

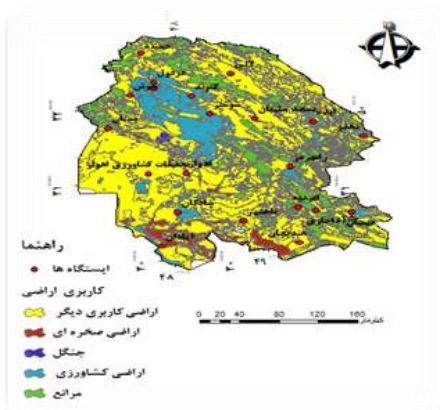
Figure 10. Layering map for slope

رودخانه در فواصل صفر تا ۲ کیلومتری، ۳ تا ۴ کیلومتری و سایر در نظر گرفته شد، بیشترین مساحت رودخانه در فاصله بین ۰ تا ۲ کیلومتری قرار دارد که بیشترین وزن را به خود اختصاص داده و کمترین مساحت رودخانه در فاصله بین ۹ تا ۱۰ کیلومتری که کمترین وزن را به خود اختصاص داده است (شکل ۱۲). سایر کاربری اراضی دارای بیشترین مساحت و جنگل دارای کمترین مساحت می‌باشند. کاربری اراضی کشاورزی بدون در نظر گرفتن سایر کاربری اراضی دارای بیشترین و بالاترین وزن (۰/۹) و جنگل دارای کمترین وزن با ۰/۰۰۹ شناخته شدند (شکل ۱۳)

جاده‌ها در فاصله صفر تا ۱ کیلومتری، ۱ تا ۱۸ کیلومتری و سایر طبقه‌بندی شدند. بیشترین وزن در طبقه اول یعنی صفر تا ۱ کیلومتری با (۷/۳۳) و کمترین وزن در طبقه ۳۶ تا ۴۴ کیلومتری با (۰/۰۹) قرار دارد. (شکل ۱۴ و جدول ۱۲)

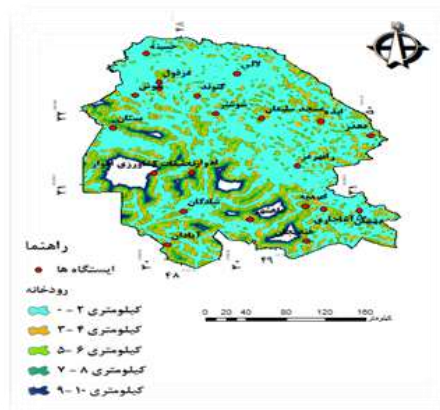
تعیین مکان مناسب نیروگاه خورشیدی

پس از ایجاد لایه‌های اطلاعاتی آن‌ها را در محیط GIS در نهایت با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی، کلاس‌بندی نقشه مکان‌یابی



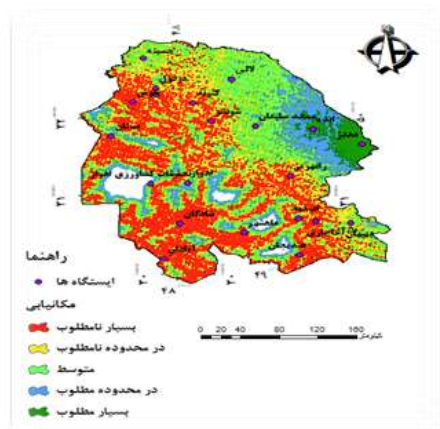
شکل ۱۳- نقشه طبق بندی کاربری اراضی

Figure 13. Land use classification map



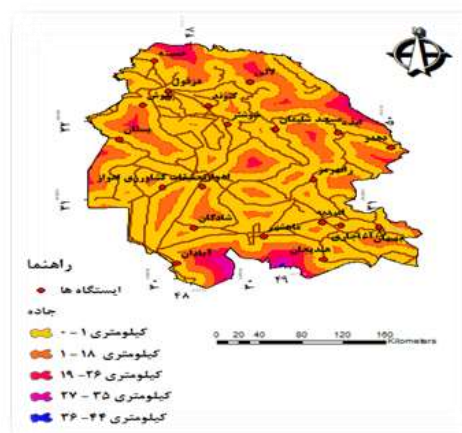
شکل ۱۲-نقشه طبقات رودخانه

Figure 12. River map map



شکل ۱۵- نقشه نهایی مکان‌یابی صفحه‌های خورشیدی

Figure 15. The final map of the location of solar panels



شکل ۱۴- نقشه طبقه‌بندی جاده‌ها

Figure 14. Road mapping map

نتیجه‌گیری

خورشیدی در قالب ۵ طبقه بسیار مطلوب تا بسیار نامطلوب می‌باشد. با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف و اعمال محدودیت‌ها محدوده‌های شرقی استان خوزستان به عنوان مناطق بسیار مطلوب و مناطق جنوبی و غربی استان به عنوان مناطق بسیار نامطلوب جهت احداث صفحه‌های خورشیدی تعیین گردید و ایستگاه‌های دهدز و ایذه بهترین میانگین پارامترهای اقلیمی را نشان دادند. فرایند تحلیل تصمیم‌گیری فازی با GIS در مقایسه با تحقیقات انجام شده در زمینه مکان‌یابی صفحه‌های خورشیدی از ارجحیت بالایی برخوردار است که قادر است علاوه بر اهداف کمی و کیفی محدودیت‌های سیستمی، ترکیب بهینه تولید را به دست آورد. همچنین توسعه فناوری استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر علاوه بر مزایای

بحران انرژی در سال‌های اخیر، کشورهای جهان را بر آن داشته که با مسائل مربوط به انرژی، برخوردی متفاوت نمایند که در این میان جای‌گزینی انرژی‌های فسیلی با انرژی‌های تجدید پذیر و از جمله انرژی خورشیدی به منظور کاهش و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کنترل عرضه و تقاضای انرژی و کاهش انتشار گازهای آلاینده با استقبال فراوانی روبرو شده است. در این پژوهش به منظور مکان‌یابی صفحه‌های خورشیدی با توجه به فراسنج‌های اقلیمی و سامانه اطلاعات جغرافیایی از چهار معیار اصلی، اقلیمی، توپوگرافی، محیط زیستی و محیط انسانی در رویکرد تلفیقی با سیستم اطلاعات جغرافیایی با استفاده از مدل FTOPSIS استفاده گردید. نتایج حاصل از پژوهش پهنه‌بندی محدوده استان خوزستان جهت مکان‌یابی صفحه‌های

- Sustainable Energy Reviews, 24, pp: 198-208.
8. Yang, K., and Toshio, K., 2005. A general model to estimate hourly and daily solar radiation for hydrological studies, Water Resources Research, 41. W10403, doi: 10.1029/2005WR003976
 9. Gurdo, M., 2009. Understanding organizational trust-foundations, constellations, and issues of operationalization. Journal of Managerial psychology 19(6), pp:557.
 10. Yun, W., sheng, F., Tian, K., Lina, L., Wei, F., 2013. Macrosite selection of wind/solar hybrid power station based on Ideal Matter-Element Model. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 50, pp: 76-84.
 11. Heydari, M., 2001. Location of construction of solar power plants, in Iran, oil and energy, pp:38-49. (In Persian)
 12. Esfandiari, A., 2011. Potential Assessment of Solar Power Plant Construction by Studying Climatic Parameters in Khuzestan Province Using GIS, National Geomatics Conference, Tehran. (In Persian)
 13. Sabziparvar. A.A. 2007. A simple formula for estimating global solar radiation in central ariddeserts of Iran. Renewable Energy, 48: 116-125. (In Persian)
 14. Paltridge, G.W. and Proctor, D. 1976. Monthly mean solar radiation statistics for Australia. J. Solar Energy, 18: 235-43.
 15. Yousefi, H., Divine light, y., Sultan Mohammadi, M., Arjmandi R., 2013. Application of Fuzzy Logic and FTOPSIS for Location of Solar Power

بی‌شمار آن در حفظ منابع طبیعی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی در ایجاد اشتغال نیز سهم بسزایی دارد.

References

1. Daneshyar, M. 1978. Solar radiation statistics for Iran. Solar Energy, 21 pp: 345-349.
2. Hove, T., Manyumbu, E., and Rukweza, G., 2014. Developing an improved global solar radiation map for Zimbabwe through correlating long-term ground- and satellite-based monthly clearness index values, Renewable Energy, Vol.63, PP: 687-697.
3. Sabbagh, J. Aayugh, A., and El Salam, E., 1971. Estimation of the total solar radiation from meteorological data. J. Solar Energy, 19, pp:349-357.
4. Asadi, M. and Karami, M. (2017) Locating of Wind Power Farms by Analytic Hierarchy Process Method (Case Study: Sistan and Baluchistan Province, Iran). Computational Water, Energy, and Environmental Engineering, 6, 41-55.
5. Sánchez, M., Teruel, J., Soto, P., and Socorro G, 2013. Geographical Information Systems (GIS) and Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods for the evaluation of solar farms locations: Case study in south-eastern Spain, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol.24, PP: 544-556.
6. Zohoori M., 2012. Exploiting Renewable Energy Sources in Iran. Interdisciplinary J. of Contemporary Research in Business, 4, pp:849-862.
7. Bahrami, M., and P, Abbaszadeh., 2013. An overview of renewable energies in Iran. Renewable and

- Policy, Institute of Management of Technology, National Chiao Tung University, Taiwan.
19. Salimi, M., Hosseini, M., Shabani Bahar, G., 2012. Location of sports venues using continuous and discrete spatial models based on the combination of two models AHP and TOPSIS, Sports Management Studies, 13. (In Persian)
- Plant Using GIS (Case Study of Tehran Province), Iranian Journal of Energy, 15 (4). (In Persian)
16. Taghvai, M. And Saboohi, A., 2017. Zoning and location of solar power plants in Isfahan province, Journal of Urban Research and Planning, 28, pp:82-61. (In Persian)
17. Statistical yearbook of Khuzestan province 2016
18. Sun, Chia Chi and Lin. Grace T.L, 2008, Application of Fuzzy TOPSIS for Estimating the Industrial Cluster