نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۰ شماره ۴ / سال ۱۳۹۹ صفحات ۲۹۴-۲۸۱

تلفیق تکنیک‌ها و فن‌آوری‌های نوین در ارزیابی تناسب اکولوژیکی اراضی برای کاربری‌های کشاورزی

نسرین روزی خواه[۱]، ناصر احمدی ثانی[۲*]، نادر جلیل‌نژاد[۳]

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۹/۱۵
۱- کارشناس ارشد آگرواکولوژی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
۳- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد مهاباد، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، ایران
* مسئول مکاتبه: n.ahmadisani@gmail.com, n_sani@iau-mahabad.ac.ir

چکیده

اهداف: کشاورزی نقش مهمی در توسعه پایدار ایفا می‌کند. تخصیص بهینه کاربری‌ها و دستیابی به توسعه پایدار یکی از اهداف اصلی برنامه‌ریزان بخش کشاورزی است. هدف از این مطالعه تحلیل مطلوبیت سرزمین برای کاربری‌های کشاورزی براساس معیارهای اکولوژیک با تلفیق تکنیک‌ها و تکنولوژی‌های نوین است.

مواد و روش‌ها: معیارهای اکولوژیک موثر بر کاربری‌های کشاورزی با بررسی منابع و نظر متخصصان، انتخاب شدند. نقشه‌های زیرمعیارها با روش‌های مختلف و با کمک سامانه اطلاعات جغرافیایی تهیه شدند. برای وزن‌دهی به معیارها و زیرمعیارها از مقایسه زوجی در قالب فرایند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد. ترکیب نقشه‌ها جهت ارزیابی تناسب با روش ترکیب خطی-وزنی صورت گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد که مهم‌ترین معیارها برای ارزیابی تناسب اکولوژیک منطقه برای کاربری‌های کشاورزی به‌ترتیب بارندگی، دما، دبی آب و شیب می‌باشند. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهد که بیشتر سطح منطقه (٦٥٪) در طبقه مناسب برای کاربری‌های کشاورزی قرار دارد اما نقشه تناسب و کاربری فعلی فقط در ۷۱٪ از سطح منطقه تطابق دارند.

نتیجه‌گیری: این مطالعه بر تلفیق سامانه اطلاعات مکانی، تحلیل سلسله مراتبی، ترکیب خطی-وزنی و سنجش از دور به‌عنوان چهارچوب و روشی کارآمد در ارزیابی چندمعیاره تناسب اراضی برای کاربری‌های کشاورزی در راستای توسعه پایدار تاکید می‌کند و یک راهنمای منطقه‌ای مهم و مفید جهت شناسایی مناطق مناسب برای توسعه، برنامه‌ریزی و مدیریت کاربری‌های کشاورزی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی چندمعیاره، تحلیل سلسله مراتبی، توسعه پایدار، سامانه اطلاعات مکانی، کاربری فعلی

New Techniques and Technologies Integration in Land Ecological Suitability to Agricultural Land Uses

Nasrin Rouzikhah[1], Naser Ahmadi Sani[2*], Nader Jalilnejad[3]

Received: February 17, 2020 Accepted: December 5, 2020
1- MSc. Of Agroecology, Mahabad Branch, Islamic Azad university, Mahabad, Iran.
2- Assoc. Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.
2- Assist. Prof., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mahabad Branch, Islamic Azad University, Mahabad, Iran.
*Corresponding Author Email: n.ahmadisani@gmail.com, n_sani@iau-mahabad.ac.ir

Abstract

Background and Objective: Agriculture plays a major role in sustainable development. Optimizing land use allocation and achieving sustainable development is one of the main goals of agricultural planners. The purpose of this study is to analyze the suitability of lands for agricultural uses based on ecological criteria by integrating new techniques and technologies.

Materials and Methods: The ecological criteria affecting agricultural land suitability were selected based on references review and experts' opinions. Criteria maps were prepared using different methods with the help of geographical information system. Criteria and sub-criteria wieghting was performed by pairwise comparisons within analytical heirarchy process. The sub-criteria maps was combined using the linear-weighted combination method to evaluate the land suitability.

Results: The results show that the most important criteria for assessing the ecological suitability of the study area for agricultural uses are rainfall, temperature, water quantity and slope, respectively. The findings also show that most of the area (65%) is in the suitable class for agricultural uses, but the ecological suitability and current land use are matched only at 71% of the study area.

Conclusion: This study emphasizes the integration of spatial information system, hierarchical analysis, linear-weight combination and remote sensing as a framework and an efficient method in multi-criteria land suitability assessment for agricultural uses towards sustainable development and is an important and useful regional guide for identifying suitable areas for development, planning and management of agricultural uses.

Keywords: Analytical Hierarchy Process, Current landuse, Multi Criteria Evaluation, Spatial Information System, Sustainable Development

مقدمه

کشاورزی نقش مهمی در توسعه اقتصادی و اجتماعی بیشتر کشورها بازی می‌کند (رویگ- تیرنو و همکاران ۲۰۱۳؛ ورکلول و همکاران ۲۰۱۲). اما متاسفانه، امروزه به علت افزایش فشار جمعیت و استفاده نادرست از زمین، منابع اراضی تخریب و با مشکلات زیست‌محیطی مواجه هستند (موسوی و همکاران ۲۰۱۶). در بسیاری از مناطق ایران و در استان آذربایجان غربی

به‌عنوان یکی از قطب‌های مهم تولید محصولات کشاورزی، استفاده‌های زراعی براساس توان اکولوژیک نیست که باعث تخریب و کاهش تولید اراضی شده است (احمدی‌ثانی و همکاران ۲۰۱٤).

بنابراین، برای داشتن کارآیی بالاتر در بخش کشاورزی، ارزیابی توان محیطی ضروری است و استفاده بهینه از اراضی نیازمند ارزیابی دقیق منابع بوم‌شناختی است (بیدادی و همکاران ۲۰۱۵) و توسعه پایدار نیز، زمانی محقق خواهد شد که به تناسب قابلیت‌ها از اراضی استفاده شود (پورخباز و همکاران ۲۰۱۵). ارزیابی اراضی برای تصمیم‌گیری مورد نیاز است و به‌دلیل کارآیی زیاد در شناسایی مزارع با عملکرد بالا و حداقل کردن اثرات بد زیست‌محیطی برای برنامه‌ریزی کاربری اراضی در راستای توسعه و کشاورزی پایدار اهمیت دارد (کیو و همکاران ۲۰۱۷؛ چاندیو و همکاران ۲۰۱٤؛ آکینی و همکاران ۲۰۱۳).

ازسوی دیگر، عدم سطح اطمینان متغیرها و افق‌های زمانی طولانی در برنامه‌ریزی محیطی، تصمیم‌سازی را پیچیده می‌سازد. آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره[۱] می‌تواند پاسخگوی این چالش‌ها باشد و اهداف متناقض، مبهم، چندبعدی و غیر قابل مقایسه را در نظر می‌گیرد (الشیخ و همکاران ۲۰۱۳). این روش‌ها در دهه ۱۹٦۰ برای کمک به تصمیم‌گیری با گزینه‌های مختلف توسعه داده شده است (اصغرپور ۲۰۱۹؛ چاندیو و همکاران ۲۰۱٤). تحلیل سلسله مراتبی[۲] به‌عنوان یکی از عمومی‌ترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره، یکی از روش‌های مهم ارزیابی اراضی است (چاندیو و همکاران ۲۰۱٤؛ بونروامکایو وهمکاران ۲۰۱۱). این روش برای حل دامنه وسیعی از مسائل با معیارهای پیچیده و دارای اثر متقابل، به‌کار برده شده است (میشرا و همکاران ۲۰۱۵؛ رویگ- تیرنو و همکاران ۲۰۱۳). این فرآیند امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و تعیین نرخ ناسازگاری تصمیم را دارد (موسوی و همکاران ۲۰۱٦؛ بیدادی و همکاران ۲۰۱۵؛ کارگر و همکاران ۲۰۱٤؛ ساعتی ۲۰۰۸).

همچنین، نیاز به نقشه‌های متعدد در ارزیابی توان، صرف هزینه و زمان زیاد جهت تهیه و تحلیل آن‌ها با روش‌های سنتی و میدانی، ضرورت کاربرد فن-آوری‌های سامانه اطلاعات مکانی[۳] و سنجش از دور را مطرح می‌سازد (ثانی و همکاران ۲۰۱٦). آنالیز تناسب اراضی نیز یک فرایند تصمیم‌سازی چندمعیاره مکانی است (چاندیو و همکاران ۲۰۱٤؛ آکینی و همکاران ۲۰۱۳) و محققان زیادی مزایای تلفیق روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره و به‌ویژه تحلیل سلسله مراتبی و سامانه اطلاعات مکانی را در مطالعات تناسب اراضی بیان نمودند (عساکره و همکاران ۲۰۱۷؛ چاندیو و همکاران ۲۰۱٤؛ کرمی و حسینی نصر ۲۰۱۳؛ لی و همکاران ۲۰۱۲؛ خی و همکاران ۲۰۱۲).

تکنیک‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره و سامانه اطلاعات مکانی در تحقیقات متعددی به‌صورت تلفیقی به‌کار برده شدند. برای مثال می‌توان به ارزیابی تناسب اراضی برای اکوتوریسم (بونروامکایو وهمکاران ۲۰۱۱)، آنالیز تناسب اراضی برای محصولات کشاورزی (آکینی و همکاران ۲۰۱۳؛ طالعی و سلیمانی ۲۰۱۵)، ارزیابی توان جنگل‌ها (ثانی و همکاران ۲۰۱٦؛ کرمی و حسینی نصر ۲۰۱۳؛ رحیمی و همکاران ۲۰۱۵)، ارزیابی اراضی تناسب توسعه شهری (یاری‌قلی و همکاران ۲۰۱٦)، ارزیابی تناسب اراضی برای کشت گندم آبی (سیدجلالی و همکاران ۲۰۱٦)، آنالیز تناسب اراضی چندمعیاره برای توسعه دام (کیو و همکاران ۲۰۱۷)، ارزیابی چندمعیاره و مکانی کشت زعفران (مالکی و همکاران ۲۰۱۷) اشاره نمود. بنابراین در راستای دستیابی به توسعه پایدار، ضرورت دارد که تناسب اراضی منطقه مورد مطالعه برای کاربری‌های کشاورزی

۱ - Multi-criteria Decision Analysis

۲ - Analytical Hierarchy Process

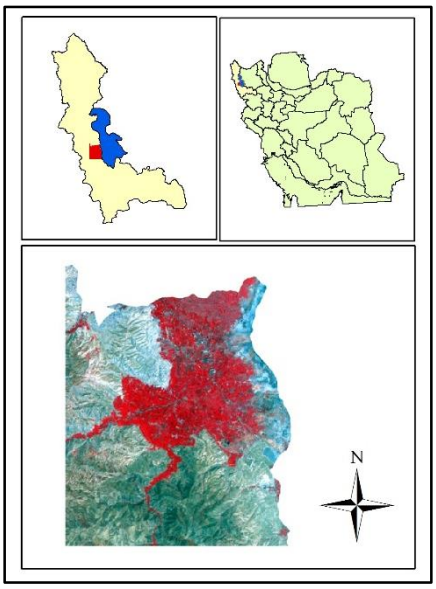
3 - Spatial Information System

با تلفیق سامانه اطلاعات مکانی و تحلیل سلسله مراتبی مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با مساحت ۸۰۱۹۰ هکتار در استان آذربایجان غربی و در جنوب شهرستان ارومیه واقع شده است (شکل ۱). این منطقه جزو مناطق استپی با زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستانهای ملایم می‌باشد. متوسط بارندگی منطقه حدود ۳۶۷ میلی‌متر و متوسط حداقل سردترین ماه، ۵/۲- درجه سانتی‌گراد در دی ماه و متوسط حداکثر گرم‌ترین ماه، ۳۲ درجه سانتی‌گراد در مرداد ماه می‌باشد.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه و موقعیت آن در ایران و استان

روش تحقیق

در این تحقیق جهت ارزیابی تناسب اکولوژیک اراضی منطقه برای کاربری‌های کشاورزی، از روش ارزیابی چندمعیاره در قالب تلفیق تحلیل سلسله مراتبی، ترکیب خطی-وزنی و سامانه اطلاعات مکانی استفاده گردید.

شناسایی منابع اکولوژیک

معیارهای اکولوژیک تاثیرگذار بر تناسب اراضی به هدف، نوع کاربری و شرایط منطقه بستگی دارد. در این مطالعه معیارها و دامنه طبقات نقشه آن‌ها با بررسی منابع و نظر کارشناسان، انتخاب شد (زوله‌کار و باگات ۲۰۱۵).

تهیه نقشه‌های منابع اکولوژیک

تهیه نقشه‌های زیرمعیارهای شکل زمین

برای تهیه نقشه زیرمعیارهای شکل زمین، نقشه رقومی ارتفاع منطقه با استفاده از نقشه توپوگرافی رقومی ۱:۵۰۰۰۰ تهیه و در محیط ***GIS***[1]، نقشه‌های طبقات ارتفاع، شیب و جهت از آن استخراج گردید.

تهیه نقشه زیرمعیارهای خاک

برای تهیه نقشه پارامترهای خاک، ابتدا نقشه کاغذی خاک منطقه در مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ اسکن،

[1] - Geographical Information System

مختصات‌دار و رقومی گردید. سپس در محیط ***GIS***، مشخصات خاک‌شناسی طبق گزارش ضمیمه نقشه، برای هر واحد خاک به جدول اطلاعات توصیفی لایه مربوطه وارد و نقشه زیرمعیارهای خاک تهیه شد.

تهیه نقشه‌های زیرمعیارهای اقلیم

جهت تهیه نقشه بارندگی، با استفاده از متوسط بارندگی ۱۰ ساله ایستگاه‌های مجاور و ارتفاع از سطح دریای آن‌ها، معادله بین بارش و ارتفاع استخراج و با جای‌گذاری مدل رقومی ارتفاع در این معادله نقشه میزان بارش تهیه شد. برای تهیه نقشه دمای منطقه نیز از روش مشابه استفاده شد.

تهیه نقشه منابع آب

برای تهیه نقشه دبی آب، در محیط ***GIS***، نقشه نقطه‌ای چاه‌های منطقه بر روی نقشه پارامترهای خاک قرار داده شد. سپس مجموع دبی آب چاه‌های قرار گرفته داخل هر پلیگون محاسبه و به‌عنوان میزان آب آن واحد در نظر گرفته شد. نهایتا دبی آب محاسبه شده برای هر پلیگون وارد جدول اطلاعات توصیفی نقشه گردید.

استانداردسازی کلاسه‌های نقشه‌های زیرمعیارها

در ارزیابی تناسب اراضی، ارزش طبقات نقشه-های زیرمعیارها نیز حائز اهمیت است و برای اندازه‌گیری پارامترهای کیفی لازم است که ارزش‌های کمی دریافت کنند که در این مطالعه از روش فاصله‌ای استفاده شد. این روش براساس یک مقیاس ده نقطه‌ای می‌باشد که صفر مینیمم ارزش و ده ماکزیمم ارزش را نشان می‌دهد. ارزش طبقات هر نقشه براساس مرور منابع و نظر کارشناسان، تعیین شد (ثانی و همکاران ۲۰۱۶؛ زوله‌کار و باگات ۲۰۱۵).

تعیین وزن معیارها و زیرمعیارهای تاثیرگذار

وزن معیارها و زیرمعیارها براساس قضاوت‌های زوجی کارشناسان بخش اجرا و دانشگاه در قالب روش تحلیل سلسله مراتبی و در محیط نرم‌افزار ***Expert Choice*** تعیین و برای بررسی سازگاری قضاوت‌های زوجی، ضریب ناسازگاری محاسبه شد. میزان قابل قبول ناسازگاری یک ماتریس ۰/۱ می‌باشد (قدسی‌پور ۲۰۱۶).

ارزیابی توان اکولوژیک

پس از تهیه نقشه زیرمعیارها و وارد کردن اهمیت نسبی طبقات و وزن زیرمعیارها به جدول اطلاعات توصیفی، واحدهای همگن اکولوژیک توسط روی‌هم-گذاری نقشه‌ها به‌دست آمد. سپس با اعمال روش خطی-وزنی، نقشه پیوسته توان اکولوژیک تهیه و به‌صورت نقشه درجات تناسب کلاسه‌بندی شد (زوله‌کار و باگات ۲۰۱۵).

مقایسه نقشه توان اکولوژیک و نقشه کاربری فعلی

نقشه حاصل از ارزیابی تناسب اکولوژیک برای کاربرهای کشاورزی با نقشه فعلی کاربری اراضی حاصل از تفسیر تصاویر ماهواره‌ای ***IRS-P6*** در تحقیقی مشابه (احمدی‌ثانی و همکاران ۲۰۱۴) مقایسه شد.

نتایج و بحث

شناسایی منابع

معیارها و زیرمعیارهای موثر بر ارزیابی توان اکولوژیک اراضی برای کاربری‌های کشاورزی حاصل از بررسی منابع و نظر کارشناسان شامل شکل زمین (شیب، جهت شیب و ارتفاع)، خاک (بافت، حاصلخیزی، اسیدیته، عمق، زهکشی، فرسایش، شوری، گروه‌های هیدرولوژیک، دانه‌بندی، درصد سنگ‌ریزه و تحول‌یافتگی)، اقلیم (بارندگی، دما و رطوبت نسبی) و منابع آب (دبی آب) می‌باشند.

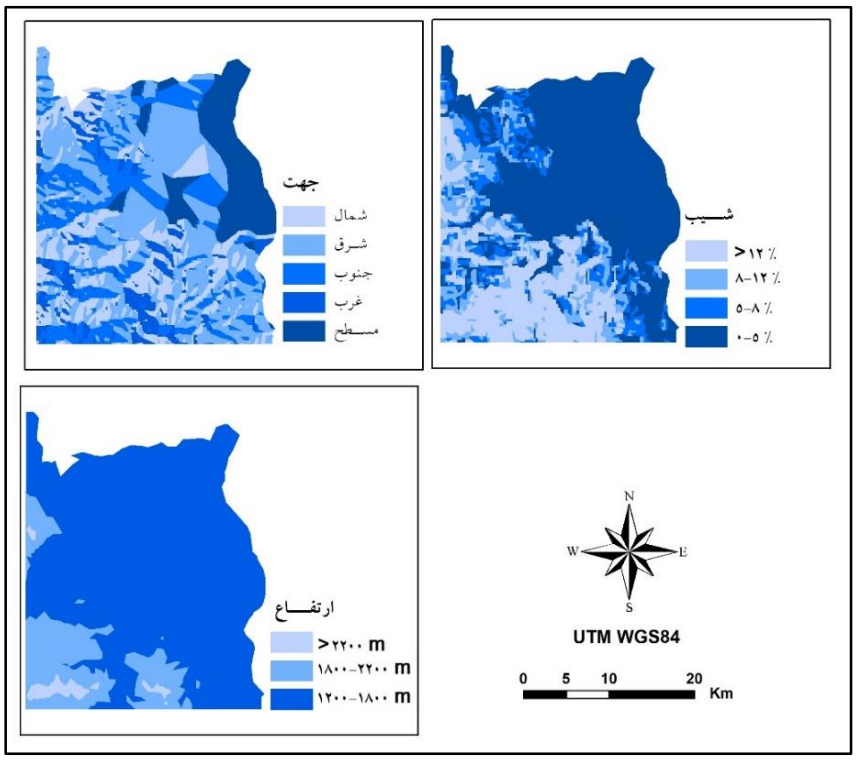
نقشه زیرمعیارهای شکل زمین

نقشه زیرمعیارهای شکل زمین در شکل ۲ نشان داده شده است. براساس این نقشه‌ها، ۸۲٪ منطقه با سطح ۶۵۵۶۹ هکتار در ارتفاع ۱۸۰۰-۱۲۰۰ متر قرار دارد.

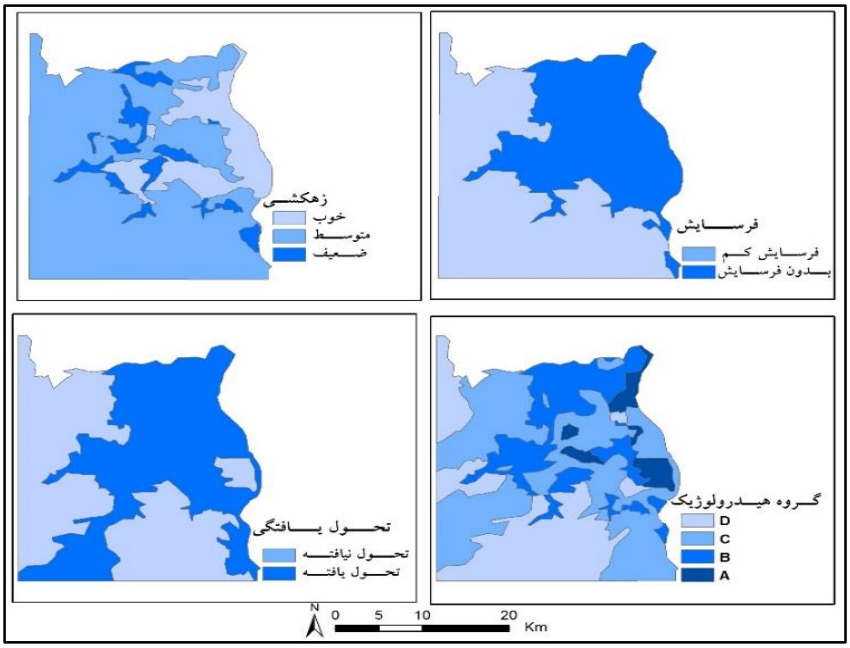
بهترین شیب برای کشاورزی کلاسه ۵-۰ ٪ می‌باشد که ٤٢٣٨١ هکتار معادل ۵۳٪ منطقه در این کلاسه قرار گرفته است. ۱۸۱۰۱ هکتار معادل ۲۳٪ منطقه نیز در شیب بالاتر از ۱۲٪ قرار می‌گیرد که برای کشاورزی نباید استفاده شود. جهات شرق و غرب درمجموع ۳۷٤۷۹ هکتار معادل ٤٦/۵ ٪ منطقه را به خود اختصاص داده است. ۱۵/۵ ٪ منطقه نیز به نواحی مسطح اختصاص دارد.

نقشه زیرمعیارهای خاک

برای مثال برخی از مهم‌ترین نقشه‌های زیرمعیارهای خاک در شکل‌های ۳ و ٤ آورده شده‌اند. در شکل ۳ نقشه زیرمعیارهای زهکشی، فرسایش، تحول یافتگی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک نشان داده شده است. ٦۰۱۲۲ هکتار یا ۷۵٪ منطقه دارای زهکشی متوسط است. ۵۸٪ سطح منطقه دارای فرسایش کم و ٤۲٪ نیز بدون فرسایش است. ٤۹/۵ ٪ منطقه یا ۳۹۷۰۹ هکتار خاک تحول یافته و ۵۰/۵ ٪ یا ٤۰۳۹۵ هکتار خاک تحول نیافته دارند. گروه هیدرولوژیک **C** بیشترین سطح را با ۳٦۲۵۸ هکتار معادل ٤۵٪ منطقه پوشش داده است. گروه **A** با ٤۲۱۹ هکتار یعنی ۵٪ منطقه کمترین سطح را دارد.

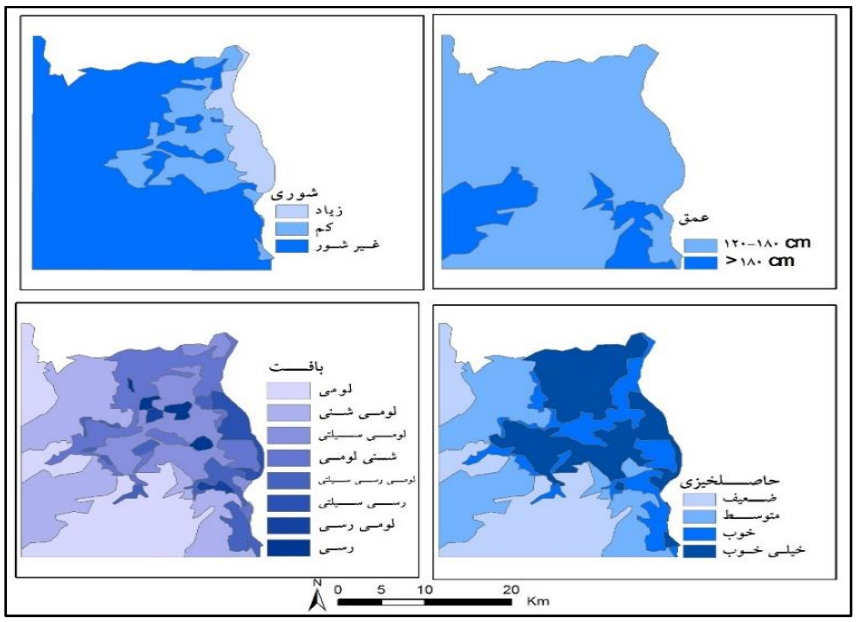


شکل ۲- نقشه زیرمعیارهای شکل زمین



شکل ۳- نقشه زیرمعیارهای زهکشی، فرسایش، تحول‌یافتگی و گروه‌های هیدرولوژیک خاک

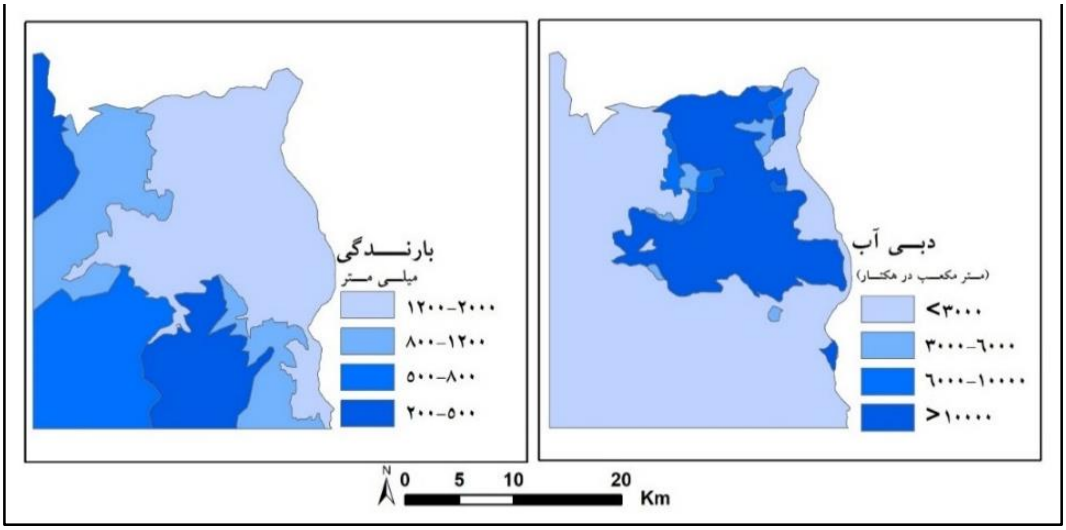
نقشه زیرمعیارهای شوری، عمق، بافت و حاصلخیزی خاک در شکل ٤ نمایش داده شده است. بیشتر سطح منطقه، با مساحت ٦١٢٩٤ هکتار یا ٧٦/٥ ٪ منطقه غیرشور است. عمده خاک منطقه با سطح ٦٧٢٠٥ هکتار یا ٨٤٪ منطقه عمق ١٨٠-١٢٠ سانتی‌متر دارند. بافت غالب منطقه، شنی لومی با سطح ٢٢٧٣٠ هکتار یا ٢٨/٣ ٪ منطقه و لومی شنی با سطح ٢٢٦٠٣ هکتار یا ٢٨٪ از منطقه می‌باشد. نقشه حاصلخیزی خاک در ٤ طبقه کلاسه‌بندی شده است. بیشتر سطح منطقه (٢٩٪) دارای حاصلخیزی با توان متوسط است. از نظر اسیدیته خاک، عمده سطح منطقه (٩٥٪) در طبقه اسیدیته ٦-٤/٢ قرار دارد. ٨٤٪ یا ٦٧٤٧٥ هکتار از منطقه نیز خاک با دانه‌بندی متوسط دارند.



شکل ۴- نقشه زیرمعیارهای شوری، عمق، بافت و حاصلخیزی خاک

نقشه زیرمعیارهای اقلیم و منابع آب

چنانچه در شکل ۵ دیده می‌شود، بخش عمده سطح منطقه (۴۳٪) در طبقه بارش ۵۰۰-۲۰۰ میلی‌متر در سال قرار دارد. در رابطه با نقشه دما و رطوبت نسبی، کل منطقه در طبقه دمایی زیر ۱۸ درجه سانتی‌گراد و طبقه رطوبت نسبی ۶۰-۴۰٪ قرار گرفته است. همچنین بیشتر سطح منطقه (۶۹٪)، دبی زیر ۳۰۰۰ متر مکعب در هکتار دارند.



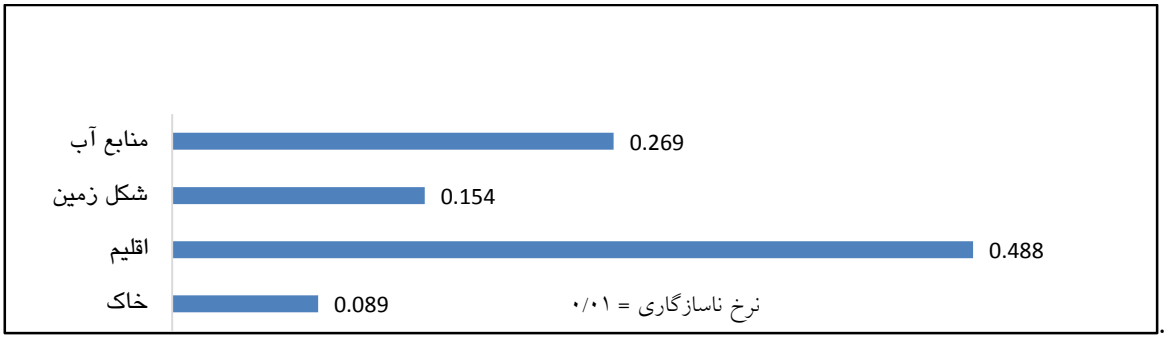
شکل ۵. نقشه زیرمعیارهای اقلیم و منابع آب

نقشه واحدهای همگن اکولوژیک

نقشه واحدهای همگن اکولوژیک حاصل از روی هم‌گذاری نقشه همه زیرمعیارها، شامل ۹۴۰ واحد همگن بود که بزرگ‌ترین واحد سطحی حدود ۱۸۱۷۴ هکتار و کوچک‌ترین واحد مساحتی حدود ۶۰ هکتار داشت.

اوزان معیارها و زیرمعیارها

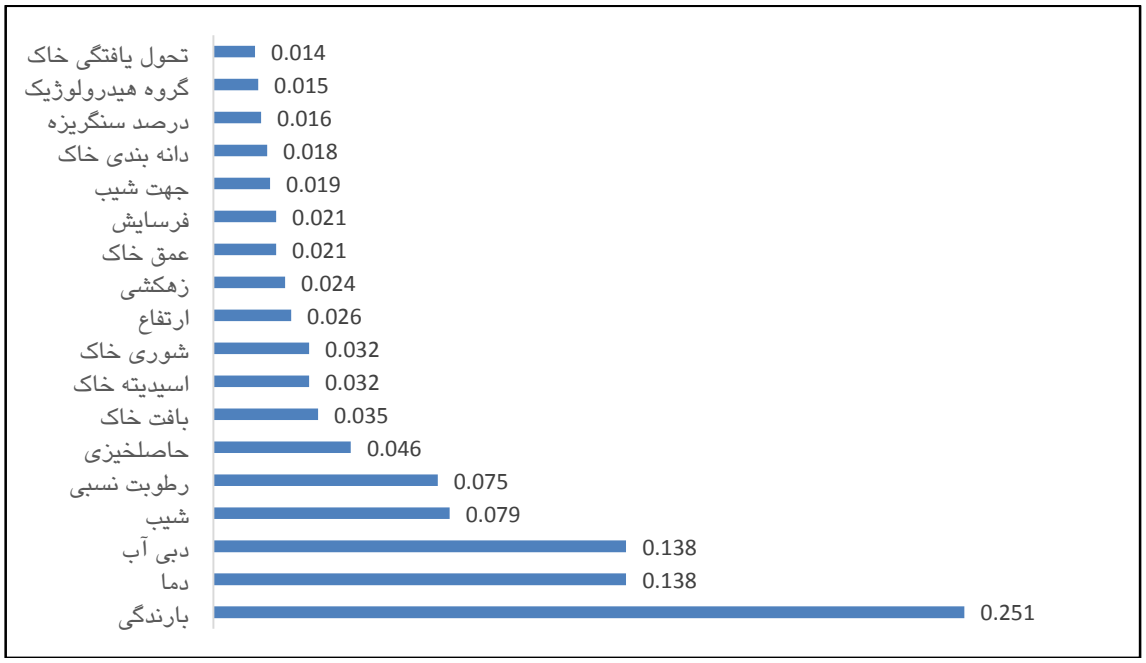
وزن معیارها در شکل ۶ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که اقلیم با بیشترین وزن (۰/۴۸۸)، بیشترین تاثیر را در تعیین توان برای کاربری‌های کشاورزی دارد. معیارهای منابع آب، شکل زمین و خاک در مراتب بعدی درجه اهمیت قرار دارند. نرخ ناسازگاری برابر با ۰/۰۱ براساس مقدار استاندارد، قابل قبول و نشان دهنده قضاوت درست بین معیارها توسط کارشناسان است (ابوراس و همکاران ۲۰۱۷؛ خو و ژانگ ۲۰۱۳).



شکل ۶- اوزان نسبی معیارها

نتایج اوزان نسبی زیرمعیارها در شکل ۷ آورده شده است. مقایسه وزن زیرمعیارهای خاک نشان می‌دهد که حاصلخیزی در اولویت اول قرار دارد. بافت، اسیدیته، شوری، زهکشی، عمق، فرسایش، دانه‌بندی، درصد سنگریزه، گروه‌های هیدرولوژیک و تحول‌یافتگی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. مقایسه بین زیرمعیارهای شکل زمین نشان می‌دهد که شیب در مقایسه با جهت و ارتفاع، تاثیرگذاری بیشتری بر تناسب کاربری‌های کشاورزی دارد. زیرمعیارهای اقلیم به‌ترتیب اهمیت شامل بارندگی، دما و رطوبت هستند. مقایسه بین کل زیرمعیارها نیز نشان داد که بارندگی، دما، دبی آب و شیب به‌ترتیب بالاترین تاثیر را بر تناسب کاربری‌های کشاورزی دارند.

در این مطالعه مانند پژوهش‌های قبلی (ثانی و همکاران ۲۰۱۶؛ ژانگ ۲۰۱۵)، تحلیل سلسله مراتبی برای تعیین وزن معیارهای چندگانه مناسب ارزیابی شده است. اما بهتر است در مطالعاتی با معیارهای کلی‌تر و محدودتر استفاده شود. درغیر این‌صورت ممکن است کارشناس برای مقایسات زوجی دچار اشتباه شود.



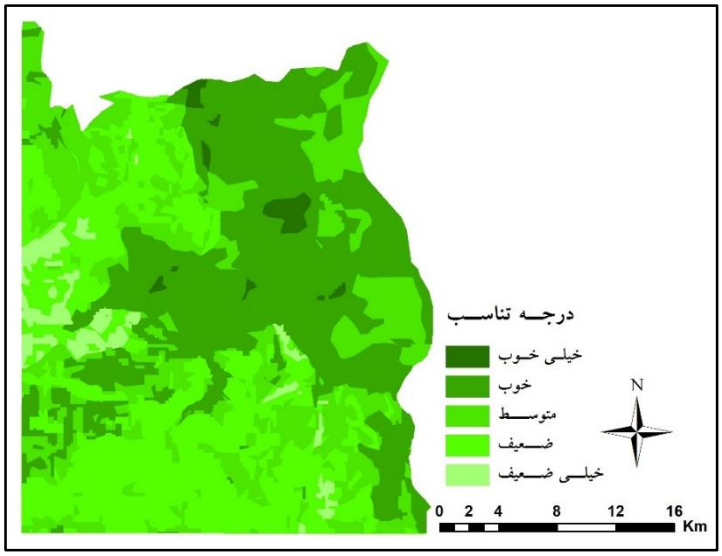
شکل ۷. اوزان نسبی زیرمعیارها

نقشه تناسب اکولوژیک اراضی

شکل ۸، نقشه تناسب اکولوژیکی اراضی برای کاربری‌های کشاورزی را در پنج کلاسه نشان می‌دهد.

در ارتباط با تلفیق تحلیل سلسله مراتبی و هم‌پوشانی خطی–وزنی[1]، مانند تحقیقات مشابه (ثانی و همکاران ۲۰۱۶؛ میشرا و همکاران ۲۰۱۵)، تلفیق اثربخش آن‌ها در آنالیز تناسب اراضی کشاورزی نشان داده شده است.

[1] - Wieghted Linear Combination



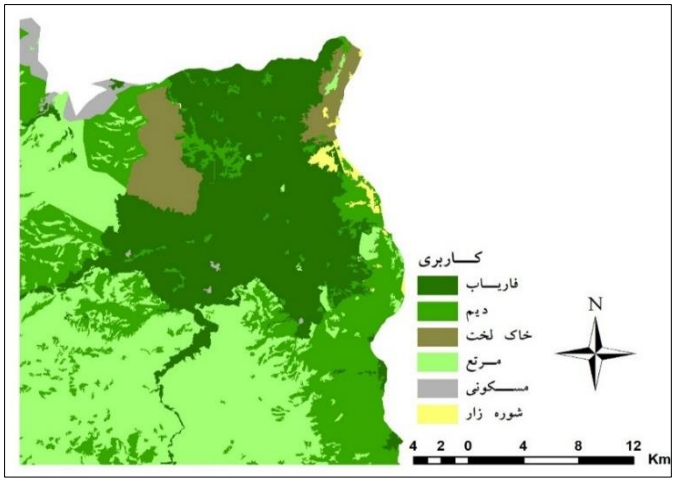
شکل ۸- نقشه نهایی توان اکولوژیک

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، قسمت اعظم منطقه (۳۷٪) دارای توان خوب برای کاربری‌های کشاورزی است. این کلاسه بیشتر در بخش‌های شرقی، شمالی و مرکزی پراکنده شده است. خاک این مناطق دارای عمق و زهکشی خوب، شیب کم، دبی آب زیاد و بدون فرسایش است. مناطق با تناسب خیلی خوب که عمدتا در شمال و مرکز منطقه وجود دارد، ۱/۳ ٪ سطح منطقه را پوشش داده است که دارای خاک‌های تحول‌یافته حاصلخیز، دبی، عمق و زهکشی خوب، شیب کم و غیر-شور می‌باشند. مناطق با تناسب متوسط شامل ۲۶/۵ ٪ سطح منطقه، در همه جهات منطقه پراکنش دارد و دارای خاک‌های نسبتا شور با حاصلخیزی و زهکشی ضعیف، شیب بالا و منابع آبی کم می‌باشد. مناطق با توان ضعیف شامل ۳۱٪ سطح منطقه، عمدتا در نیمه غربی و جنوبی منطقه پراکنده شده‌اند. این مناطق خاک‌هایی با حاصلخیزی و عمق کم، زهکشی و فرسایش نسبتا ضعیف، دبی و بارش کم و شیب نسبتا بالا دارند که از عوامل ضعیف بودن توان برای کاربری‌های کشاورزی می‌باشند. بخشی از سطح منطقه (٤٪) در نیمه غربی و شرقی توان خیلی ضعیفی برای کاربری‌های کشاورزی دارد. شیب بالا و کوهستانی بودن، منابع آب و حاصلخیزی کم و وجود فرسایش به‌علاوه سنگریزه زیاد سبب شده تا این مناطق برای کشاورزی مناسب نباشند.

نتایج نشان می‌دهد که تلفیق سامانه اطلاعات مکانی، تحلیل سلسله مراتبی و ترکیب-خطی وزنی، ابزار مفیدی برای تصمیم‌سازی در ارزیابی چندمعیاره تناسب اراضی برای کاربری‌های کشاورزی است (ثانی و همکاران ۲۰۱٦؛ مونت‌گومری و همکاران ۲۰۱٦؛ یالو و همکاران ۲۰۱٦؛ رومانو و همکاران ۲۰۱۵؛ زوله‌کار و باگات ۲۰۱۵).

نقشه کاربری فعلی اراضی

شکل ۹ نقشه کاربری فعلی منطقه را نشان می‌دهد که شامل کاربری‌های فاریاب، دیم، خاک لخت، مرتع، مناطق مسکونی و شوره‌زار می‌باشد. ۳۱٪ منطقه به کشت‌های آبی (زراعت و باغات) و ٢٤٪ به کشت‌های دیم اختصاص دارد. ۵/۷ ٪ منطقه خاک لخت و بدون پوشش گیاهی است. بیشتر سطح بخش‌های کوهستانی با ۳۵/۸ ٪ سطح منطقه، مراتع هستند. مناطق مسکونی ۱/۷ ٪ منطقه و مناطق شوره‌زار حاشیه دریاچه ارومیه ۰/۸ ٪ منطقه می‌باشد.



شکل ۹- نقشه کاربری فعلی اراضی

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با تفکیک بالا مانند ***IRS-P6*** در آنالیز و ارزیابی بهتر تناسب اراضی چندمعیاره برای کاربری‌های مختلف (یالو و همکاران ۲۰۱٦؛ میشرا و همکاران ۲۰۱۵)، به‌ویژه استخراج نقشه کاربری فعلی اراضی اهمیت زیادی دارد (بیدادی و همکاران ۲۰۱۵). به‌طور کلی، تلفیق سنجش از دور و سامانه اطلاعات مکانی می‌تواند نقش مهمی در شناسایی مناطق مناسب برای توسعه کاربری‌های مختلف کشاورزی به یک شیوه آسان‌تر بازی کند (زوله‌کار و باگات ۲۰۱۵؛ میشرا و همکاران ۲۰۱۵؛ چاندیو و همکاران ۲۰۱٤؛ احمدی ثانی و همکاران ۲۰۱٤).

مقایسه نقشه تناسب اکولوژیک و کاربری فعلی

مقایسه سطح کاربری‌های مختلف در نقشه کاربری فعلی و توان اکولوژیک به‌تفکیک در جدول (۱) آورده شده است. حدود ۲٤۹۵۸ هکتار (۳۱٪) از منطقه در نقشه کاربری فعلی به کشت فاریاب اختصاص دارد که مقایسه آن با کلاسه‌های خیلی خوب، خوب و متوسط در نقشه توان نشان می‌دهد که بیش از ۹۸٪ تطابق وجود دارد.

دیم‌کاری در نقشه کاربری فعلی ۱۹۸٤۳ هکتار (۲٤٪) مساحت دارد که حدود ۲۳٪ آن در نقشه توان دارای توان متوسط، خوب و ضعیف است. دیم‌کاری منطقه با این کلاسه‌ها بیش از ٦۵٪ مطابقت دارد.

خاک لخت ۵/۷ ٪ از نقشه کاربری را دربرگرفته است که حدود ۲/۵ ٪ در طبقه توان ضعیف و ۲/٤ ٪ در طبقه متوسط برای کشاورزی قرار دارد و ٤۳٪ تطابق و ٤۷٪ عدم تطابق استفاده فعلی و توان اکولوژیک را نشان می‌دهد.

در نقشه کاربری فعلی، اراضی مرتعی، ۳۵/۸٪ از منطقه را اشغال کرده است. از این محدوده، ۳/۷ ٪ در توان خوب و ۹/٦ ٪ در توان متوسط برای کشاورزی قرار دارند که نشان‌دهنده ۳۷٪ عدم تطابق در استفاده از زمین است. از طرفی ۲۲/۵ ٪ در توان خیلی ضعیف و ضعیف برای کشاورزی هستند که با استفاده مرتعی ٦۳٪ تطابق دارد.

کاربری مسکونی (۱/۷ ٪ منطقه) در نقشه توان، دارای توان ضعیف برای کشاورزی است و فقط ۱۱٪ با استفاده فعلی تطابق دارد. در نقشه کاربری فعلی، ۰/۸ ٪ از اراضی در محدوده زمین‌های شور قرار گرفته که در نقشه توان اکولوژیک دارای ۷۸٪ توان خوب و ۲۲٪ توان متوسط برای کشاورزی است و با استفاده فعلی تطابق ندارد.

جدول ۱- نتایج حاصل از مقایسه نقشه توان اکولوژیک و کاربری فعلی اراضی

کاربری فعلی	سطح (ha)	سطح (٪)	توان اکولوژیک	سطح (ha)	سطح (٪)	تطابق	عدم تطابق
فاریاب	۲۴۹۵۸	۳۱	خیلی خوب	۹۹۲	۱/۲	✓	
			خوب	۱۹۴۱۹	۲۴/۲	✓	
			متوسط	۳۹۶۴	۴/۹۴	✓	
			ضعیف	۵۱۵	۰/۶		✓
دیم‌کاری	۱۹۸۴۳	۲۴	خوب	۶۲۴۶	۸	✓	
			متوسط	۶۱۳۲	۷/۶	✓	
			ضعیف	۵۹۶۰	۷/۴		✓
			خیلی ضعیف	۱۴۱۹	۱/۷		✓
خاک لخت	۴۵۸۶	۵/۷	خوب	۵۹۱	۰/۷۳		✓
			متوسط	۲۰۲۸	۲/۵۲		✓
			ضعیف	۱۹۶۶	۲/۴۵	✓	
مرتع	۲۸۷۴۵	۳۵/۸	خوب	۲۹۷۸	۳/۷		✓
			متوسط	۷۷۱۶	۹/۶		✓
			ضعیف	۱۶۵۸۹	۲۰/۶	✓	
			خیلی ضعیف	۱۵۵۰	۱/۹	✓	
مناطق مسکونی	۱۳۷۵	۱/۷	خوب	۱۹۴	۰/۲۴		✓
			متوسط	۱۰۴۱	۱/۲		✓
			ضعیف	۱۳۹/۵	۰/۱۸	✓	
شوره زار	۶۵۳	۰/۸	خوب	۵۱۱	۰/۶		✓
			متوسط	۱۴۲	۰/۲		✓
جمع					۱۰۰	۷۱/۳	۲۸/۷

به‌طور کلی، یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که مهم‌ترین معیارها برای ارزیابی تناسب اکولوژیک منطقه برای کاربری‌های کشاورزی به‌ترتیب بارندگی، دما، دبی آب و شیب می‌باشند. بیشتر سطح منطقه (۶۵٪) در طبقه مناسب برای کاربری‌های کشاورزی قرار دارد و بیان‌گر توان منطقه برای توسعه کاربری‌های مختلف کشاورزی است. در ۷۱٪ سطح منطقه نیز کاربری‌های فعلی با توان اکولوژیک مطابقت ندارد که می‌تواند باعث کاهش تولید، تخریب اراضی و مشکلات زیست‌محیطی متعدد دیگر شود. این مطالعه یک راهنمای منطقه‌ای مهم و مفید جهت شناسایی مناطق مناسب برای توسعه، برنامه‌ریزی و مدیریت کاربری‌های کشاورزی می‌باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود که سازمان‌های ذی‌ربط برای آنالیز تناسب اراضی، استفاده بهینه از سرزمین و برنامه‌ریزی کاربری‌های کشاورزی براساس اصول آمایش سرزمین جهت رفع بحران‌های زیست‌محیطی و ایجاد بستر لازم برای دستیابی به توسعه پایدار کشاورزی، روش تلفیق اثربخش تکنیک‌ها و فن‌آوری‌های تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، سامانه اطلاعات مکانی و سنجش از دور را مورد استفاده قرار دهند.

منابع مورد استفاده

Aburas MM, Abdullah SH, Ramli MF and Ashaari ZH. 2017. Land suitability analysis of urban growth in Seremban Malaysia, using *GIS* based Analytical Hierarchy Process. Procedia engineering, 198: 1128-1136.

Ahmadi-Sani N, Balighi S, Javanmard A and Sohrabi M. 2014. Study and comparison of ecological potential and current uses in lands located in south of *Urmia* based on land use planning principles. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 24(1): 127-137. (In Persian).

Akinci H, Ozalp AY and Turgut B. 2013. Agricultural land use suitability analysis using *GIS* and *AHP* technique. Computers and Electronics in Agriculture, 97: 71-82.

Asakereh A, Soleymani M and Sheikhdavoodi MJ. 2017. A *GIS*-based *Fuzzy-AHP* method for the evaluation of solar farms locations: Case study in Khuzestan province, Iran. Solar Energy, 155: 342-353.

Asgarpour Mj. 2019. Multiple criteria decision making. Publication of Tehran University. (In Persian).

Bidadi MJ, Kamkar B, Abdi O and Kazemi H. 2015. Land suitability analysis on rainfed wheat cropping using geospatial information systems. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 25(1): 131-143. (In Persian).

Bunruamkaew K and Murayama Y. 2011. Site suitability evaluation for ecotourism using *GIS* & *AHP*: A case study of Surat Thani province, Thailand. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 21(1): 269-278.

Chandio IA, Matori AN, Yusof K, Talpur MH and Aminu M. 2014. *GIS*-basedland suitability analysis of sustainable hillside development. Procedia Engineering, 77: 87-94.

Elsheikh R, Shariff ARBM, Amiri F, Ahmad NB, Balasundram SK and Soom MAM. 2013. Agriculture Land Suitability Evaluator (*ALSE*): A decision and planning support tool for tropical and subtropical crops. Computers and Electronics in Agriculture, 93: 98-110.

Ghodsypour SA. 2016. Analytical hierarchy process. Publication of Amirkabir University. (In Persian).

Karami O and Hossieni-Nasr SM. 2013. Application of analytical hierarchy process and geographic information system in capability evaluation of *Babolrood* basin lands for range management. Iranian Journal of Rangeland and Desert Research, 20(1): 101-114. (In Persian).

Li B, Zhang F, Zhang LW, Huang JF, Jin ZF and Gupta DK. 2012. Comprehensive suitability evaluation of tea crops using *GIS* and a modified land ecological suitability model. Pedosphere, 22(1): 122-130.

Maleki F, Kazemi H, Siahmarguee A and Kamkar B. 2017. Development of a land use suitability model for saffron (*Crocus sativus L.*) cultivation by multi-criteria evaluation and spatial analysis. Ecological Engineering, 106: 140-153.

Mishra AK, Deep S and Choudhary A. 2015. Identification of suitable sites for organic farming using *AHP* & *GIS*. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 18(2): 181-193.

Montgomery B, Dragicevic S, Dujmovic J and Schmidt M. 2016. A *GIS*-based logic scoring of preference method for evaluation of land capability and suitability for agriculture. Computers and Electronics in Agriculture, 124: 340-353.

Mousavi SA, Sarmadian F and Taati A. 2016. Comparison of *AHP* and *FAO* methods for land suitability evaluation of rainfed Wheat. Iranian Journal of Soil Research, 30(4): 367-377. (In Persian).

Pourkhabaz HR, Aghdar H, Mohammadyari F and Javanmardi S. 2015. Land suitability evaluation for determining of agricultural land use by multi criteria decision making models *ANP-DEMATEL* and *FAHP Chang*. Journal of Environmental Studies, 41(2): 429-445. (In Persian).

Qiu L, Zhu J, Pan Y, Hu W and Amable GS. 2017. Multi-criteria land use suitability for livestock development planning in Hangzhou metropolitan area, China. Journal of Cleaner Production, 161: 1011-1019.

Rahimi V, Pourkhabaz HR, Aghdar H and Mohammadyari F. 2015. Comparison of *FUZZY AHP Buckley* and *ANP* models in forestry capability. Iranian Journal of Applied Ecology, 4(13): 15-30. (In Persian).

Roig-Tierno N, Baviera-Puig A, Buitrago-Vera J and Mas-Verdu F. 2013. The retail site location decision process using *GIS* and the analytical hierarchy process. Applied Geography, 40: 191-198.

Romano G, Dal Sasso P, Liuzzi GT and Gentile F. 2015. Multi-criteria decision analysis for land suitability mapping in a rural area of southern *Italy*. Land Use Policy, 48: 131-143.

Saaty TL. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. International journal of services sciences, 1(1): 83-98.

Sani NA, Kafaky SB, Pukkala T and Mataji A. 2016. Integrated use of *GIS*, remote sensing and multi-criteria decision analysis to assess ecological land suitability in multi-functional forestry. Journal of Forestry Research, 27(5): 1127-1135.

SeyedJalali SA, Sarmadian F and Shorafa M. 2016. Land suitability with *Fuzzy* simulation and *Fuzzy* analytic hierarchy process for irrigated *Wheat*. Iranian Journal of Soil Research, 30(2): 149-159. (In Persian).

Taleai M and Solymani H. 2015. Land suitability evaluation for Rice cultivation using *AHP-TOPSIS* based on *FAO* model in *GIS* environment. Geography and Environmental Planning, 26(4): 199-218. (In Persian).

Worqlul AW, Jeong J, Dile YT, Osorio J, Schmitter P, Gerik T, ... and Clark N. 2017. Assessing potential land suitable for surface irrigation using groundwater in Ethiopia. Applied Geography, 85: 1-13.

Xu E and Zhang H. 2013. Spatially-explicit sensitivity analysis for land suitability evaluation. Applied Geography, 45: 1-9.

Xu Y, Sun J, Zhang J, Xu Y, Zhang M and Liao X. 2012. Combining *AHP* with *GIS* in synthetic evaluation of environmental suitability for living in China's 35 major cities. International Journal of Geographical Information Science, 26(9): 1603-1623.

Yalew SG, Van Griensven A and Van der Zaag P. 2016. AgriSuit: A web-based *GIS-MCDA* framework for agricultural land suitability assessment. Computers and Electronics in Agriculture, 128: 1-8.

Yari-Gholi V, Zarrin-Kaviani A and Soltani, A. 2016. Determination of suitable land for urban development using hierarchical process analysis. Geographical Journal of Chashmandaz e Zagros, 8(28): 173-190. (In Persian).

Zhang J, Su Y, Wu J and Liang H. 2015. *GIS* based suitability assessment for tobacco production using *AHP* and *Fuzzy* set in *Shandong* province of *China*. Computers and Electronics in Agriculture, 114: 202-211.

Zolekar RB and Bhagat VS. 2015. Multi-criteria land suitability analysis for agriculture in hilly zone: *Remote Sensing* and *GIS* approach. Computers and Electronics in Agriculture, 118: 300-321.