J. RS. GEOINF. RES. 1(2): 247-254, Summer & Autumn 2023

Journal of Remote Sensing and Geoinformation Research
(JRSGR)
Homepage: jrsgr.sru.ac.ir

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Using GIS and Multi-Criteria Evaluation for Land Suitability Assessment

D. Akbari

Department of Surveying Engineering, Faculty of Engineering, University of Zabol, Zabol, Iran

Received: 10 June 2023
Reviewed: 17 July 2023
Revised: 08 August 2023
Accepted: 24 September 2023

KEYWORDS:
Agriculture
GIS
Land Suitability
Multi-Criteria Evaluation
Sustainable Land Use Planning

* Corresponding author
davoodakbari@uoz.ac.ir
(+9854) 31232027

ABSTRACT

Background and Objectives: Land evaluation is a very important link in the chain that leads to sustainable management of land and soil resources. Exploitation of lands according to their capabilities, in addition to meeting the needs of the present and future generations, also maintains the ecological balance of the earth. Analyzing the suitability of land by using a variety of factors affecting the quantitative and qualitative production of products and examining the intricacies of their relationships with each other, as well as simultaneously with land use analysis, is one of the most useful applications of spatial information systems in agricultural land management. Many methods have been developed since the presentation of the FAO framework for land suitability assessment, and some of them are still widely used. In the present study, the qualitative assessment of land suitability using geographic information system (GIS) and multi-criteria evaluation (MCE) for three strategic crops of wheat, barley and rice was investigated in four study areas in northern Iran.

Methods: In order to implement the proposed model, data related to soil characteristics, climate data, topography data, geological map and land cover map were collected. Among the collected data, temperature plays an important role in determining the suitability of land for agricultural products, spatial patterns of rainfall are important for assessing water availability, and the slope of the land has a great impact on drainage, the amount of light received from the sun and, consequently, the required energy. It has plants to grow. Then, according to the climatic diversity in the north of Iran and the diverse set of crops that are grown in this region, appropriate criteria were selected. The selected criteria are: soil type, temperature, precipitation, slope and geological parameters. In order to assign weight to each of the criteria and intensify their effect in the land suitability assessment stage, a weight assignment process was carried out. This weight allocation was done by experts. Each criterion was evaluated based on its effect on the cultivation of different crops in this area and the weight of each layer was determined. Finally, a detailed examination of the results and analysis of suitability of land for agriculture in the studied areas was carried out.

Findings: The analysis of the results of the geospatial information system showed that the west of Gilan Province is an ideal place for rice cultivation, but this area has challenges for barley and wheat cultivation. Relatively good scores for all three crops, wheat, barley and rice in the east of Gilan Province showed that this area is prone to growing diverse crops. The center of Mazandaran Province did not get good points for the cultivation of wheat, barley and rice crops. Also, the center of Golestan Province was determined as a very suitable place for wheat and barley cultivation.

Conclusion: In conclusion, the areas with a relatively suitable score provide facilities for diversifying the cultivation methods, which increases flexibility and reduces the risks associated with market fluctuations and climate changes. Also, in areas with a low suitability score, the role of environmental protection and sustainable land management practices is important. From another dimension, the classification of land suitability allows the policy makers and managers of the agricultural sector to allocate resources correctly and optimally. For future research, it is suggested to analyze the time series of satellite data using deep learning models.

NUMBER OF TABLES
2

NUMBER OF FIGURES
1

NUMBER OF REFERENCES
36

مقاله پژوهشی

به‌کارگیری سامانه اطلاعات مکانی و ارزیابی چند معیاره جهت ارزیابی تناسب اراضی کشاورزی

داود اکبری

گروه مهندسی نقشه‌برداری، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

چکیده

پیشینه و اهداف: ارزیابی اراضی، حلقه‌ای بسیار مهم در زنجیره‌ای است که منجر به مدیریت پایدار منابع اراضی و خاک می‌گردد. بهره‌برداری از اراضی مطابق با قابلیت آن‌ها، افزون بر تأمین احتیاجات نسل حاضر و آینده، تعادل اکولوژیک کره زمین را نیز، حفظ می‌کند. تحلیل تناسب اراضی با استفاده از مجموعه متنوعی از عوامل مؤثر بر تولید کمی و کیفی محصولات و بررسی پیچیدگی‌های روابط آن‌ها باهم و همچنین، همگام با تحلیل کاربری اراضی، از مفیدترین کاربردهای سامانه اطلاعات مکانی در مدیریت اراضی کشاورزی است. روش‌های بسیاری از زمان ارائه چارچوب FAO برای ارزیابی تناسب اراضی توسعه یافته‌اند و برخی از آن‌ها هنوز به‌صورت گسترده استفاده می‌شوند. در پژوهش حاضر، ارزیابی کیفی تناسب اراضی با استفاده از سامانه اطلاعات مکانی (GIS) و ارزیابی چند معیاره (MCE) برای سه محصول راهبردی گندم، جو و برنج در چهار منطقه مطالعاتی در شمال ایران، مورد بررسی قرار گرفت.

روش‌ها: جهت پیاده‌سازی مدل پیشنهادی، داده‌های مرتبط با ویژگی‌های خاک، داده‌های اقلیمی، داده‌های توپوگرافی، نقشه زمین‌شناسی و نقشه پوشش اراضی جمع‌آوری شد. در میان داده‌های جمع‌آوری شده، دما نقش مهمی در تعیین تناسب اراضی برای محصولات کشاورزی دارد، الگوهای مکانی بارش برای ارزیابی دسترسی به آب اهمیت دارند و شیب زمین تأثیر زیادی در زهکشی، میزان نور دریافتی از خورشید و بالطبع آن، انرژی مورد نیاز برای رشد گیاه دارد. سپس، با توجه به تنوع اقلیمی در شمال ایران و مجموعه متنوع از محصولات زراعی که در این منطقه کشت می‌شوند، معیارهای مناسب انتخاب شدند. معیارهای انتخاب شده عبارتند از: نوع خاک، دما، بارش، شیب و پارامترهای زمین‌شناسی. جهت تخصیص وزن به هر یک از معیارها و تشدید تأثیر آن‌ها در مرحله ارزیابی تناسب اراضی، یک فرآیند تخصیص وزن انجام شد. این تخصیص وزن، توسط متخصصین امر انجام گرفت. هر معیار بر اساس تأثیر آن بر کشت محصولات مختلف در این منطقه مورد ارزیابی قرار گرفت و وزن هر لایه مشخص گردید. در نهایت، بررسی دقیق نتایج و تحلیل تناسب اراضی برای کشاورزی در مناطق مورد مطالعه انجام شد.

یافته‌ها: نتایج این تحقیق، نشان داد که غرب استان گیلان مکانی ایده‌آل برای کشت برنج اما این منطقه چالش‌هایی برای کشت جو و گندم دارد. امتیازات نسبتاً مناسب برای هر سه محصول، گندم، جو و برنج شرق استان گیلان نشان داد که این منطقه مستعد کشت محصولات متنوع است. مرکز استان مازندران برای کشت محصولات گندم، جو و برنج امتیاز مناسبی کسب نکرد. همچنین، مرکز استان گلستان به عنوان یک مکان بسیار مناسب برای کشت گندم و جو تعیین گردید.

نتیجه‌گیری: در مجموع، مناطق با امتیاز نسبتاً مناسب امکاناتی برای متنوع کردن شیوه‌های کشت ارائه می‌دهند که باعث افزایش انعطاف‌پذیری و کاهش خطرات مرتبط با نوسانات بازار و تغییرات اقلیمی می‌شود. همچنین، در مناطق با امتیاز تناسب پایین نقش حفاظت از محیط زیست و شیوه‌های مدیریت پایدار اراضی حائز اهمیت است. از یک بعد دیگر، دسته‌بندی تناسب اراضی به سیاست‌گذاران و مدیران بخش کشاورزی این امکان را می‌دهد تا منابع به‌صورت صحیح و به‌صورت بهینه تخصیص یابند. برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود تحلیل سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای با استفاده از مدل‌های یادگیری عمیق صورت پذیرد.

تاریخ دریافت: ۲۰ خرداد ۱۴۰۲
تاریخ داوری: ۲۶ تیر ۱۴۰۲
تاریخ اصلاح: ۱۷ مرداد ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۰۲ مهر ۱۴۰۲

واژگان کلیدی:
ارزیابی چندمعیاره
تناسب اراضی
توسعه پایدار
سامانه اطلاعات مکانی
کشاورزی

* نویسنده مسئول
davoodakbari@uoz.ac.ir
۰۵۴-۳۱۲۳۲۰۲۷

مقدّمه

از آغاز فعالیت کشاورزی، لزوم تعیین خصوصیات اراضی از جمله خاک، به خودی خود آشکار بود. کوشش‌های علمی اولیه، لزوم طبقه‌بندی خاک و متغیرهای مرتبط با آن را در خصوص استفاده از خاک و یا کاربری اراضی، به‌ویژه به منظور اهداف کشاورزی مشخص نموده است. طبقه‌بندی اراضی به‌منظور تعیین قابلیت و استعداد اراضی و تناسب منطقه‌ای خاک‌ها برای استفاده‌های گوناگون انجام می‌شود [۱]. در این طبقه‌بندی، به کمک بهره‌گیری از خصوصیات خاک، چشم‌انداز و اقلیم، کیفیت خاک برای کاربری معینی مشخص می‌شود. به‌منظور بهره‌برداری پایدار از منابع، باید از اراضی متناسب با مشخصات و استعداد طبیعی آن‌ها استفاده کرد [۲-۴]. لازمه این مهم، انجام ارزیابی‌های دقیق از وضعیت موجود و سپس برنامه‌ریزی در راستای استفاده صحیح از این منابع است. در این میان، ارزیابی اراضی حلقه‌ای بسیار مهم در زنجیره‌ای است که منجر به مدیریت پایدار منابع اراضی و خاک می‌گردد. بهره‌برداری از اراضی مطابق با قابلیت آن‌ها، افزون بر تأمین احتیاجات نسل حاضر و آینده، تعادل اکولوژیک کره زمین را نیز حفظ می‌کند. در حال حاضر، با توجه به توانمندی رایانه‌ها در تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات زیاد در زمان اندک، همچنین امکان استفاده از سامانه اطلاعات مکانی (GIS) در سطوح وسیع، کاربرد برنامه‌های رایانه‌ای در ارزیابی اراضی در دنیا بسیار مورد توجه است [۵-۷].

به‌کارگیری سامانه اطلاعات مکانی (GIS) با رویکرد ارزیابی چند معیاره (MCE)به عنوان یک ابزار ضروری برای ارزیابی تناسب اراضی برای کشاورزی استفاده می‌شود [۸، ۹]. بدین ترتیب، امکان تجزیه و تحلیل عوامل مختلف مانند خصوصیات خاک، شیب، دما و بارش فراهم می‌شود. توانایی ترکیب و بررسی این داده‌های مکانی، به محققان این امکان را می‌دهد که نقشه‌های تناسب جامعی ایجاد کنند و برنامه‌ریزی کشاورزی و فرآیندهای تصمیم‌گیری را با دقت هدایت کنند [۱۰]. همچنین، MCE چارچوبی روش‌مند است که وزن‌دهی به معیارهای مختلف را بر اساس اهمیت نسبی آن‌ها برای محصولات خاص ارائه می‌دهد. استفاده از MCE در GIS به پیشرفت قابل ملاحظه‌ای در بهینه‌سازی استفاده از زمین برای کشاورزی منجر شده است [۱۱]. همچنین، در کنار تحلیل اطلاعات مکانی، تجزیه و تحلیل سری زمانی داده‌های اقلیمی و پیش‌بینی روندهای آتی، الگوهایی برای تناسب اراضی توسعه داده شده است که منطبق با تغییرات اقلیمی می‌باشد. چنین رویکردی برای کاهش ریسک‌های ناشی از تغییرات اقلیمی ضروری است. همچنین، در مناطقی که منابع آب محدود و تغییرات اقلیمی شدید است، این ارزیابی‌ها اهمیت خاصی پیدا می‌کنند. تلفیق تکنیک‌های GIS و MCE نشانگر توانایی آن‌ها در هدایت تصمیم‌گیری‌های مبتنی بر شواهد است [۱۲-۱۶]. این تلفیق، امکان می‌دهد تا کشاورزان، سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان کاربری اراضی قدرت بیشتری در بهره‌گیری از پتانسیل کشاورزی برای امنیت غذایی داشته باشند [۱۷-۱۹].

با وجود پیشرفت‌های حاصل شده در ارزیابی تناسب اراضی، هنوز مشکلات و موانعی در بخش کشاورزی به‌ویژه در مناطق شمال ایران وجود دارد که از آن جمله، می‌توان به این موارد، اشاره کرد [۲۰-۲۵]: (۱) تناسب محصولات: مطالعات کنونی، اغلب ارزیابی‌های کلی تناسب اراضی را ارائه می‌دهند، که ممکن است نیازهای دقیق محصولات کشاورزی در شمال ایران مانند گندم، جو، برنج، میوه‌ها و سبزیجات را نادیده بگیرند؛ (۲) تغییرات اقلیمی و منابع آب: در مقابل تغییرات اقلیمی و منابع آب محدود در منطقه، یک فاصله تحقیقاتی در زمینه تأثیر الگوهای کشت و همچنین ارزیابی تناسب اراضی در ارتباط با دسترسی به آب وجود دارد؛ (۳) ادغام با دانش کشاورزان محلی: با وجود توانایی GIS و MCE، همگام‌سازی آن‌ها با دانش و تجربه کشاورزان محلی، ضروری است؛ (۴) توسعه پایدار کاربری اراضی: دست‌یابی به پایداری در کاربری اراضی، هدف اصلی است. بنابراین، تحقیقات باید به سمت تبیین این مسأله حرکت کنند که ارزیابی‌های تناسب اراضی چگونه می‌توانند به‌عنوان زیرساخت در ایجاد برنامه‌های پایدار کاربری اراضی عمل کنند تا بتوان همزمان با افزایش بهره‌وری در تولیدات کشاورزی، محیط‌زیست را نیز حفظ نمود.

برای پاسخ به این سؤالات و ارائه ارزیابی جامع تناسب اراضی برای کشاورزی در شمال ایران، این تحقیق از یک رویکرد چند جانبه استفاده می‌کند تا درک جامعی از ظرفیت کشاورزی منطقه، ایجاد کند. در این تحقیق، اطلاعات مربوط به خصوصیات خاک، داده‌های اقلیمی، الگوهای بارش و سایر اطلاعات مورد نیاز، جمع‌آوری گردید. تنوع جغرافیایی شمال ایران، نیازمند دقت زیادی در جمع‌آوری داده‌ها برای بهره‌گیری بهینه از آن‌ها است. سپس، فناوری GIS برای انجام تجزیه و تحلیل این داده‌ها به‌کار گرفته شد تا الگوها و روندهای تأثیرگذار بر تناسب اراضی مشخص گردد. با توجه به محصولات خاص زراعی که بهطور معمول در شمال ایران کشت می‌شوند با کارشناسان کشاورزی محلی مشورت گردید تا وزن‌دهی به معیارها متناسب با پیچیدگی‌های کشاورزی منطقه باشد. در نهایت، مناطق مناسب برای کشت محصولات مورد مطالعه، تعیین و تحلیل عوامل مؤثر بر آن انجام گرفت.

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه

شمال ایران منطقه‌ای با تنوع جغرافیایی زیاد و شرایط اقلیمی متفاوت است. این منطقه، از شمال به دریای خزر و از جنوب به رشته کوه‌های البرز محدود می‌شود و شامل مناظری متنوع مانند دشت‌های ساحلی، دشت‌های مرتفع، دره‌های زراعی و مناطق خشک است. این تنوع جغرافیایی، مشخصه اصلی این منطقه است که آن را به یک مورد جذاب برای ارزیابی تناسب اراضی تبدیل کرده است. به‌دلیل مجاورت با دریای خزر، مناطق ساحلی تحت تأثیر اقلیم، نیمه‌مرطوب هستند؛ در حالی که بخش‌های مرکزی و جنوبی تحت تأثیر اقلیم نیمه‌بیابانی و بیابانی قرار دارند. با افزایش ارتفاع در رشته‌کوه‌های البرز، نوساناتی در میزان دما و

شدت بارش ایجاد می‌شود. خاک این مناطق، تنوع وسیعی در نوع، بافت، میزان اسیدی یا بازی بودن، محتوای مواد آلی و ترکیب عناصر از خود، نشان می‌دهد. این خصوصیات خاک بیشتر وابسته به اقلیم، توپوگرافی و پوشش گیاهی منطقه است [۲۶]. شکل ۱، موقعیت مکانی چهار منطقه مورد مطالعه در شمال ایران را نشان می‌دهد.

جمع‌آوری داده‌ها

گام اول در این تحقیق، جمع‌آوری داده‌های مرتبط با ویژگی‌های خاک (شامل اطلاعاتی در مورد نوع خاک، بافت، میزان اسیدی یا بازی بودن خاک، محتوای ماده آلی و ترکیب عناصر که توسط آزمایشگاه‌های مربوطه جمع‌آوری شده است)، داده‌های اقلیمی (شامل داده‌های سری زمانی دما و بارش که از ایستگاه‌های هواشناسی مستقر در سراسر منطقه، جمع‌آوری شد)، داده‌های توپوگرافی (شامل ارتفاع، شیب و جهت شیب که از مدل ارتفاعی رقومی (DEM) منطقه استخراج شد)، نقشه زمین‌شناسی و نقشه پوشش اراضی (که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست-۸ تولید شده است) بود. این مجموعه داده، برای درک تأثیر عوامل متنوعی که بر تناسب اراضی در این منطقه تأثیر می‌گذارند، بسیار ضروری است [۲۷، ۲۸]. لازم به‌ذکر است تمرکز این تحقیق بر تناسب اراضی برای کشت محصولات زراعی راهبردی شامل گندم، برنج و جو بوده است.

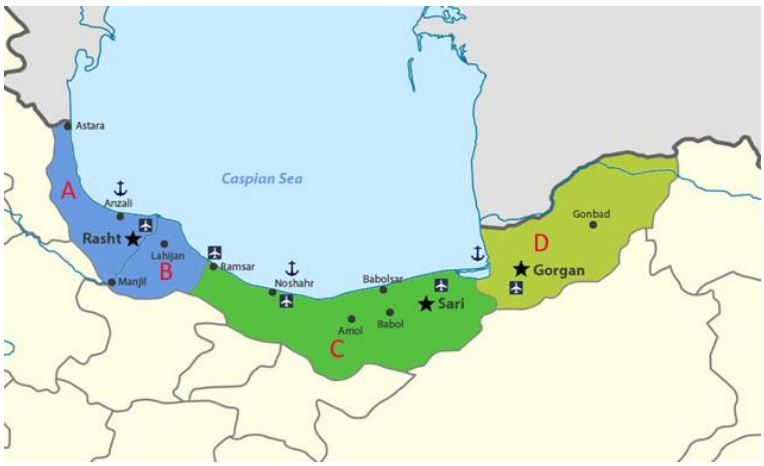
روش شناسی

گام دوم و مهم، انتخاب معیارها برای ارزیابی تناسب اراضی بود. با توجه به تنوع اقلیمی در شمال ایران و مجموعه متنوع از محصولات زراعی که در این منطقه کشت می‌شوند، انتخاب معیارهای مناسب، بسیار مهم بود. معیارهای انتخاب شده شامل نوع خاک، دما، بارش، شیب و پارامترهای زمین‌شناسی بودند [۲۹]. نوع خاک، یک معیار اساسی است که به‌طور قابل توجهی بر تناسب اراضی در کشاورزی مؤثر است. کشت محصولات مختلف، الزامات خاصی در مورد نوع خاک دارد و شناخت توزیع مکانی نوع خاک‌ها ضروری است [۳۰]. دما نیز نقش مهمی در تعیین تناسب اراضی برای محصولات کشاورزی دارد. به عنوان مثال، محصولات مقاوم به سرما در مناطق سردسیر به خوبی رشد می‌کنند. همچنین، الگوهای مکانی بارش برای ارزیابی دسترسی به آب که یک عامل کلیدی در کشاورزی است، حیاتی هستند [۳۱]. شیب زمین نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا شیب تأثیر زیادی در زهکشی، میزان نور دریافتی از خورشید و بالطبع آن، انرژی مورد نیاز برای رشد گیاه دارد. پارامترهای زمین‌شناسی مانند نوع سنگ‌ها نیز در ترکیب و ویژگی‌های خاک، تعیین‌کننده هستند. برای تخصیص وزن به هر یک از معیارها و تشدید تأثیر آن‌ها در مرحله ارزیابی تناسب اراضی، یک فرآیند تخصیص وزن انجام شد. این تخصیص وزن، توسط یک تیم تخصصی با مشارکت کشاورزان و متخصصان مرتبط در منطقه انجام گرفت. هر معیار بر اساس تأثیر آن بر کشت محصولات مختلف در این منطقه، مورد ارزیابی قرار گرفت و وزن هر لایه مشخص گردید. لازم به‌ذکر است که مجموع وزن‌ها برابر یک است [۳۲].

گام بعدی، تجزیه و تحلیل علمی داده‌ها بود. این مرحله، شامل بررسی دقیق نتایج و تأثیرات تناسب اراضی برای کشاورزی در شمال ایران است. هدف اصلی این مرحله شناسایی مناطق مناسب برای محصولات مختلف و تحلیل عواملی بود که بر این انطباق تأثیر دارند. علاوه بر این، با هدف اعتبارسنجی دقت مدل و توانایی پیش‌بینی عملکرد محصولات، یک تحلیل آماری برای ارزیابی ارتباط بین امتیازهای تناسب اراضی و عملکرد محصولات در سال‌های قبل انجام شد [۳۳]. با استفاده از رابطه (۱) می‌توان امتیاز تناسب اراضی را محاسبه کرد. مطابق جدول ۱، به مناطقی که امتیاز پایینی کسب کنند، اراضی نامناسب یا اراضی با اهمیت پایین، اطلاق می‌گردد و بالعکس، مناطقی که امتیاز بالایی کسب کنند اراضی بسیار مناسب یا اراضی با اهمیت بالا خواهند بود [۳۵،۳۴].

$$S = \sum_{i=1}^{n}(W_i \,.\, C_i) \qquad (۱)$$

که S امتیاز تناسب برای سلول مورد نظر، W_i وزن معیار I، C_i امتیاز سلول برای معیار i و n تعداد کل معیارها است.



شکل ۱: موقعیت مناطق مورد مطالعه در شمال ایران

Fig. 1: Location of study areas in Northern Iran

برای اعتبارسنجی نقشه‌های تناسب، از نقشه‌های موجود استفاده شد که این فرآیند شامل مقایسه نتایج مدل با داده‌های واقعی از مزارع و محصولات بود.

جدول ۱: دسته‌بندی تناسب اراضی
Table 1: Classification of land suitability

کلاس تناسب Suitability Class	حد آستانه Threshold
بسیار مناسب Highly Suitable	$S > 0.8$
نسبتا مناسب Moderately Suitable	$0.6 \le S \le 0.8$
کمی مناسب Marginally Suitable	$0.4 \le S < 0.6$
نامناسب Unsuitable	$S < 0.4$

نتایج و بحث

نتایج ارزیابی تناسب اراضی برای کشاورزی در شمال ایران مبتنی بر سامانه اطلاعات مکانی در جدول ۲ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، منطقهA ، مکانی ایده‌آل برای کشت برنج است زیرا از امتیاز بسیار بالایی برای کشت این محصول برخوردار است (۰/۸۲). با این حال، این منطقه چالش‌هایی برای کشت جو (۰/۳۵) دارد که نشان می‌دهد ممکن است نیاز به کشت محصولات جایگزین باشد تا به افزایش بهره‌وری تولید، کمک کند. همچنین این منطقه با امتیاز ۰/۴۸، مکان مناسبی برای کشت گندم هم نیست. امتیازات نسبتاً مناسب برای هر سه محصول، گندم (۰/۶۲)، جو (۰/۶۷) و برنج (۰/۷۱) در منطقه B نشانگر تنوع محصولات قابل کشت در این منطقه است. نسبت به سایر مناطق، منطقهC امتیازات تناسب اراضی متفاوتی دارد. بدین ترتیب، که این منطقه برای کشت هر سه محصول، تناسب کمی (امتیاز ۰/۵۳ برای گندم، ۰/۵۱ برای جو و ۰/۵۹ برای برنج) دارد. از این منطقه، برای کشت سایر محصولات زراعی و یا احداث شهرک‌های مسکونی و صنعتی می‌توان استفاده کرد. منطقه D به عنوان یک مکان بسیار مناسب برای کشت گندم (امتیاز۰/۸۵) مشخص شد. این امتیاز، نشان می‌دهد که تمام شرایط برای کشت گندم در این منطقه، مهیا است. با این حال، این منطقه برای کشت جو تقریباً مناسب (امتیاز۰/۷۳) و برای کشت برنج نامناسب (امتیاز ۰/۳۹) است.

در مجموع، مناطقی که امتیاز تناسب آنها بیش از ۰/۸ است، برای کشت محصولات خاص، بسیار مناسب هستند و نمایانگر پتانسیل قوی برای کشت موفق آن دسته از محصولات می‌باشند. در شمال ایران، مناطق بسیار مناسب مانند منطقه A برای کشت برنج (۰/۸۲) از اهمیت راهبردی خاصی در امنیت غذایی برخوردار هستند. از طرف دیگر، مناطقی که امتیازهای تناسب آن‌ها در بازه ۰/۶ تا ۰/۸ قرار دارند به دسته نسبتاً مناسب تعلق می‌گیرند (مانند منطقه B). این دسته‌بندی، فرصت‌های گوناگونی برای کشت محصولات مختلف، فراهم می‌کند و محیطی را برای شکوفایی محصولات کشاورزی، فراهم می‌کند. مناطق با امتیازهای تناسب مابین ۰/۴ تا ۰/۶ به دسته تناسب کمتر تخصیص می‌یابند (مانند منطقه C). این مناطق، با این‌که برای کشاورزی یک محیط پرچالش هستند اما همچنان پتانسیل کاربری‌های دیگر را دارند. در مناطقی که امتیاز خوبی در کشت دو نوع محصول کسب شده است (مانند منطقه A)، امکان مدیریت مزرعه برای کشت‌های پاییزه و بهاره فراهم است. بدین ترتیب، بهره‌وری زمین نیز افزایش می‌یابد. در مناطقی که امتیاز تناسب آن‌ها کمتر از ۰/۴ است، هیچ تناسبی برای کشت آن محصول خاص وجود ندارد (مانند کشت برنج در منطقه D).

جدول ۲: امتیازات تناسب اراضی برای کشت سه محصول راهبردی در شمال ایران
Table 2: Land suitability scores for the cultivation of three strategic crops in northern Iran

مکان Location	گندم (امتیاز) Wheat (Score)	جو (امتیاز) Barley (Score)	برنج (امتیاز) Rice (Score)
منطقه الف Region A	0.48	0.45	0.82
منطقه ب Region B	0.62	067	0.71
منطقه ج Region C	0.53	0.51	0.59
منطقه د Region D	0.85	0.73	0.39

مناطقی که به‌عنوان بسیار مناسب دسته‌بندی می‌شوند، برای کشت محصولات خاص، قابل استفاده هستند و می‌توان به حداکثر کردن بهره‌وری و ایجاد منافع اقتصادی در آن مناطق، امید داشت. به عنوان مثال، منطقه A با تناسب بالا برای برنج، نشان‌دهنده یک فرصت مناسب برای کشت برنج است. مناطق نسبتاً مناسب، فرصت‌هایی برای کشت انواع مختلفی از محصولات کشاورزی ارائه می‌دهند که این تنوع، نه تنها انعطاف‌پذیری در کشت محصولات را بهبود می‌دهد، بلکه منطقه را در برابر نوسانات بازار و تغییرات آب‌وهوایی تقویت می‌کند. مناطق با امتیازهای تناسب کم، نیازمند رویکردهای دقیق‌تری در کاربری اراضی هستند. شیوه‌های مدیریت پایدار اراضی می‌توانند منجر به بهبود تناسب اراضی گردد و در عین حال، اثرات مخرب بر محیط زیست را کاهش دهند. در مواجهه با شرایط نامناسب زیست محیطی که به دلیل عواملی نظیر تغییرات اقلیمی رخ می‌دهد، پایش دائمی تناسب اراضی ضروری است. راهبردهای تطبیقی، از جمله تغییر تقویم زراعی و انتخاب محصولات زراعی مقاوم، به کشاورزان اجازه می‌دهند تا به بهترین شکل بر چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی غلبه کنند. با استفاده از نتایج تحقیقات تناسب اراضی، سیاست‌گذاران و مدیران بخش کشاورزی، قادر به تخصیص دقیق منابعی نظیر زیرساخت‌های آبیاری و حمایت‌های مالی از کشاورزان به مناطقی هستند که یا بسیار مناسبند و یا نسبتاً مناسب. این تخصیص منابع، استفاده بهینه از منابع مالی و انسانی را فراهم می‌کند.

نتیجه‌گیری

ارزیابی مبتنی بر GIS برای تناسب اراضی کشاورزی، ابزاری بسیار مهم برای تصمیم‌گیری‌های آگاهانه، برنامه‌ریزی صحیح در کاربری اراضی و بهینه‌سازی شیوه‌های کشاورزی است. در این تحقیق، از ترکیب GIS و MCE برای ارزیابی تناسب اراضی در شمال ایران، با در نظر گرفتن عوامل مختلف مانند ویژگی‌های خاک، شیب، دما و بارندگی استفاده گردید. نتایج این ارزیابی، نشان دهنده ظرفیت‌های کشاورزی در مناطق مختلف شمال ایران است. دسته‌بندی تناسب اراضی، یک چارچوب ساختاری برای تفسیر امتیازها و انجام تصمیم‌گیری‌های راهبردی در مورد انتخاب محصولات و تخصیص منابع فراهم می‌کند. یکی از یافته‌های کلیدی این تحقیق، شناسایی مناطق بسیار مناسب برای کشت محصولات خاص مانند برنج است. این مناطق، فرصت‌های مهمی برای افزایش عملکرد و افزایش درآمد ناشی از کشت این محصول را فراهم می‌کنند. علاوه بر این، مناطق با امتیاز نسبتاً مناسب، امکاناتی برای متنوع کردن شیوه‌های کشت ارائه می‌دهند که باعث افزایش انعطاف‌پذیری و کاهش خطرات مرتبط با نوسانات بازار و تغییرات اقلیمی می‌شود. همچنین، ارزیابی‌ها نشان داد که در مناطق با امتیاز تناسب پایین، باید نقش حفاظت از محیط زیست و شیوه‌های مدیریت پایدار اراضی مورد توجه قرار گیرند. دسته‌بندی تناسب اراضی به سیاست‌گذاران و مدیران بخش کشاورزی این امکان را می‌دهد تا با دقت منابع را تخصیص دهند. بدین ترتیب، بهره‌برداری بهینه از منابع، تضمین می‌شود و سرمایه‌گذاری‌ها در زیرساخت‌های کشاورزی به مناطقی با چشم‌اندازهای مطلوب سوق داده می‌شود. با توجه به نتایج این تحقیق، پیشنهاد می‌شود تا در تحقیقات آتی، تناسب اراضی از سری زمانی داده‌های ماهواره‌ای برای درک پویایی تغییرات اراضی کشاورزی استفاده گردد. همچنین، استفاده از داده‌های زمینی مؤثر بر ارزیابی تناسب، از جمله اطلاعات تجزیه و تحلیل خاک با پراکندگی مناسب می‌تواند واقعیت‌های منطقه و پیچیدگی‌های آن را، به‌صورت دقیق‌تری در نتایج ارزیابی تناسب اراضی منعکس کند.

مشارکت نویسندگان

این مقاله یک نویسنده دارد.

تشکر و قدردانی

نویسنده مقاله، از همکاری جهاد کشاورزی استان مازندران تشکر می‌کند.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسنده بیان نشده است.»

منابع و مآخذ

[1] Karimi H, Amiri S, Huang J, Karimi A. Integrating GIS and multi-criteria decision analysis for landfill site selection, case study: Javanrood County in Iran. Int J Environ Sci Technol. 2019;16(11):7305–18. https://doi.org/10.1007/s13762-018-2151-7

[2] Rathi R, Khanduja D, Sharma SK. Synergy of fuzzy AHP and six sigma for capacity waste management in Indian automotive industry. Decision Science Letters 2015;4: 441–51. doi: 10.5267/j.dsl.2015.1.005

[3] Nyeko M. GIS and Multi-Criteria Decision Analysis for Land Use Resource Planning. Journal of Geographic Information System 2012;04:341–8. doi: 10.4236/jgis.2012.44039

[4] Mikhailov L, Tsvetinov P. Evaluation of services using a fuzzy analytic hierarchy process. Applied Soft Computing Journal 2004;5: 23–33. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2004.04.001

[5] Meng Y, Malczewski J, Boroushaki S. A GIS-Based Multicriteria Decision Analysis Approach for Mapping Accessibility Patterns of Housing Development Sites: A Case Study in Canmore, Alberta. Journal of Geographic Information System 2011;03: 50–61. doi: 10.4236/jgis.2011.31004.

[6] Feizizadeh B, Blaschke T. Land suitability analysis for Tabriz County, Iran: a multi-criteria evaluation approach using GIS. Http://DxDoiOrg/101080/096405682011646964 2013;56: 1–23.

[7] Ottomano Palmisano G, Govindan K, Loisi R V., Dal Sasso P, Roma R. Greenways for rural sustainable development: An integration between geographic information systems and group analytic hierarchy process. Land Use Policy 2016;50: 429–40. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.10.016

[8] Yu J, Chen Y, Wu J, Khan S. Cellular automata-based spatial multi-criteria land suitability simulation for irrigated agriculture. International Journal of Geographical Information Science 2011;25: 131–48. DOI: 10.1080/13658811003785571

[9] KaurSehra S, Singh Brar Y, Kaur N. Multi Criteria Decision Making Approach for Selecting Effort Estimation Model. Int J Comput Appl 2012;39:10–7. https://research.ijcaonline.org/volume39/number1/pxc3876989.pdf

[10] Mbũgwa G wa, Prager SD, Krall JM. Utilization of spatial decision support systems decision-making in dry land agriculture: A Tifton burclover case study. Comput Electron Agric 2015;118: 215–24. https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.09.008

[11] Malczewski J. Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based multicriteria evaluation for land-use suitability analysis. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 2006;8: 270–7. https://doi.org/10.1016/j.jag.2006.01.003

[12] Malczewski J. GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science 2006;20:703–26. https://doi.org/10.1080/13658810600661508

[13] Malczewski J. GIS-based land-use suitability analysis: A critical overview. Prog Plann 2004;62: 3–65. https://doi.org/10.1016/j.progress.2003.09.002

[14] Jiang H, Eastman JR. Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS. International Journal of Geographical Information Science 2000;14: 173–84. https://doi.org/10.1080/136588100240903

[15] Giri S, Nejadhashemi AP. Application of analytical hierarchy process for effective selection of agricultural best management practices. J Environ Manage 2014;132: 165–77. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.10.021

[16] Erensal YC, Öncan T, Demircan ML. Determining key capabilities in technology management using fuzzy analytic hierarchy process: A case study of Turkey. Inf Sci (N Y) 2006;176: 2755–70. https://doi.org/10.1016/j.ins.2005.11.004

[17] Chang N Bin, Parvathinathan G, Breeden JB. Combining GIS with fuzzy multicriteria decision-making for landfill siting in a fast-growing urban region. J Environ Manage 2008;87: 139–53. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.01.011

[18] Chang DY. Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. Eur J Oper Res 1996;95: 649–55. https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2

[19] Ceballos-Silva A, López-Blanco J. Delineation of suitable areas for crops using a Multi-Criteria Evaluation approach and land use/cover mapping: A case study in Central Mexico. Agric Syst 2003;77: 117–36. https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00103-8

[20] Maddahi Z, Jalalian A, Zarkesh MMK, Honarjo N. Land suitability analysis for rice cultivation using a GIS-based fuzzy multi-criteria decision making approach: central part of Amol District, Iran. Soil and Water Research 2017;12 (2017):29–38. doi: 10.17221/1/2016-SWR

[21] Joerin F, Thérialult M, Musy A. Using GIS and outranking multicriteia analysis for land-use suitability assesment. International Journal of Geographical Information Science 2001;15: 153–74. DOI: 10.1080/13658810051030487

[22] Bandyopadhyay S, Jaiswal RK, Hegde VS, Jayaraman V. Assessment of land suitability potentials for agriculture using a remote sensing and GIS based approach. Int J Remote Sens 2009;30: 879–95. DOI: 10.1080/01431160802395235

[23] Pereira JMC, Duckstein L. A multiple criteria decision-making approach to GIS -based land suitability evaluation. International Journal of Geographical Information Systems 1993;7: 407–24. https://www.researchgate.net/publication/262188026_A_multiple_criteria_decision-making_approach_to_GIS-based_land_suitability_evaluation#fullTextFileContent

[24] Letsoalo EM, Thupana MJJ. The repeal of the land acts: The challenge of land reform policies in South Africa. Soc Dyn 2013;39:298–307. DOI: 10.1080/02533952.2013.796120

[25] La Rosa D, Barbarossa L, Privitera R, Martinico F. Agriculture and the city: A method for sustainable planning of new forms of agriculture in urban contexts. Land Use Policy 2014;41: 290–303. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.06.014

[26] Maghrebi M, Noori R, Bhattarai R, Mundher Yaseen Z, Tang Q, Al-Ansari N, et al. Iran's Agriculture in the Anthropocene. Earths Future 2020;8. https://doi.org/10.1029/2020EF001547

[27] Kalogirou S. Expert systems and GIS: An application of land suitability evaluation. Comput Environ Urban Syst 2002;26: 89–112. https://doi.org/10.1016/S0198-9715(01)00031-X

[28] Kumar T, Jhariya DC. Land quality index assessment for agricultural purpose using multi-criteria decision analysis (MCDA). Geocarto Int 2015;30: 822–41. DOI: 10.1080/10106049.2014.997304

[29] Seyedmohammadi J, Sarmadian F, Jafarzadeh AA, McDowell RW. Development of a model using matter element, AHP and GIS techniques to assess the suitability of land for agriculture. Geoderma 2019;352: 80–95. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.05.046

[30] Akpoti K, Kabo-bah AT, Zwart SJ. Agricultural land suitability analysis: State-of-the-art and outlooks for integration of climate change analysis. Agric Syst 2019;173: 172–208. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.02.013

[31] Akbari M, Neamatollahi E, Neamatollahi P. Evaluating land suitability for spatial planning in arid regions of eastern Iran using fuzzy logic and multi-criteria analysis. Ecol Indic 2019;98: 587–98. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.11.035

[32] Michael Griffel L, Toba AL, Paudel R, Lin Y, Hartley DS, Langholtz M. A multi-criteria land suitability assessment of field allocation decisions for switchgrass. Ecol Indic 2022;136. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108617

[33] Dornik A, Cheţan MA, Drăguţ L, Iliuţă A, Dicu DD. Importance of the mapping unit on the land suitability assessment for agriculture. Comput Electron Agric 2022;201. https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107305

[34] Tan Y, Wang X, Liu X, Zhang S, Li N, Liang J, et al. Comparison of AHP and BWM methods based on ArcGIS for ecological suitability assessment of Panax notoginseng in Yunnan Province, China. Ind Crops Prod 2023;199. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116737

[35] See CR, Yanai RD, Fahey TJ. Shifting N and P concentrations and stoichiometry during autumn litterfall: Implications for ecosystem monitoring. Ecol Indic 2019;103: 488–92. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.017

[36] Zhang J, Su Y, Wu J, Liang H. GIS based land suitability assessment for tobacco production using AHP and fuzzy set in

Shandong province of China. Comput Electron Agric 2015;114: 202–11. https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.04.004

معرفی نویسندگان

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

داود اکبری دارای مدرک دکتری تخصصی مهندسی نقشه‌برداری (گرایش سنجش از دور) از دانشگاه تهران می‌باشد. ایشان از سال ۱۳۸۸ تاکنون، در گروه نقشه‌برداری دانشگاه زابل به عنوان عضو هیأت علمی مشغول به فعالیت هستند. وی تاکنون موفق به چاپ بیش از ۶۰ مقاله در مجلات و کنفرانس‌های معتبر بین‌المللی شده‌اند. زمینه‌های تخصصی ایشان عبارتند از: سنجش از دور، پردازش تصویر، هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و سامانه اطلاعات مکانی.

Akbari, D. Assistant professor at the Department of Geomatic Engineering, Faculty of Engineering, University of Zabol, Zabol, Iran

davoodakbari@uoz.ac.ir

Citation (Vancouver): Akbari D. [Using GIS and Multi-Criteria Evaluation for Land Suitability Assessment]. *J. RS. GEOINF. RES. 2023; 1(2): 247-254*

https://doi.org/10.22061/jrsgr.2023.2022

COPYRIGHTS

© 2023 The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)