Journal of Agroecology
Homepage: http://agry.um.ac.ir

Research Article
Vol. 16, No. 3, 2024, p. 553-568

Agro-Ecological Assessment of Lands in Behshahr County for Lentil (*Lens culinaris* Medik.) Cultivation

Karim Riahi[1], Hossein Kazemi[2*], Afshin Soltani[3] & Fardin Sadeghzadeh[4]

1-, 2 and 3- Ph.D. Student and Professor, Department of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, respectively.
4- Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.
(*- Corresponding author's Email: hkazemi@gau.ac.ir)

Received: 14-12-2023
Revised: 16-02-2024
Accepted: 25-05-2024
Available Online: 09-11-2024

How to cite this article:
Riahi, K., Kazemi, H., Soltani, A., & Sadeghzadeh, F. (2024). Agro-ecological assessment of lands in Behshahr county for lentil (*Lens culinaris* Medik.) cultivation. *Journal of Agroecology*, *16*(3), 553-568. (In Persian with English abstract)
https://doi.org/10.22067/agry.2024.85876.1178

Introduction

Agriculture is one of the most important economic sectors of the country, and it plays a vital role in achieving sustainable development, which requires the use of scientific principles and methods and the recognition of environmental capabilities. In this regard, there is a close relationship between agricultural development and environmental resources. In recent years, the level of agricultural land has decreased, and this decrease in land suitable for agricultural production can be attributed to the lack of optimal land use, which has directly affected the ability to produce food on a large scale and seriously affected food security. However, in many cases, agricultural systems have low production, which is related to management issues. Also, the climatic capabilities of the regions are sometimes effective as a limiting factor in crop production. Based on this, it is very important to identify the capabilities of the land before the performance of various activities such as agriculture. This study was carried out with the aim of agroecological evaluation of lands in Behshahr County (Yane-Sar region) for lentil cultivation using spatial analysis of geographical information system (GIS) and analysis hierarchy process (AHP) in 2021-2022.

Materials and Methods

This research was carried out in the agricultural lands of the Yane-sar district of Behshahr county in Mazandaran province from 2021 to 2022. In order to prepare digital maps of soil characteristics of agricultural lands, agricultural soil samples were taken after the harvest in the summer of 2021. In this research, climatic variables (minimum, maximum, average temperatures and annual precipitation), topography (slope, aspect, and elevation above sea level), and soil characteristics (texture, K, P, Cu, Mn, N, Fe, TNV, organic matter, EC, pH) were used. Thematic

©2023 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.

https://doi.org/10.22067/agry.2024.85876.1178

maps for each variable were created using various models in ArcGIS 10.8 and then overlaid with AHP weights. The final map was classified into four categories: high suitability, suitability, semi-suitability, and non-suitability.

Results and Discussion

The results showed that the range of electrical conductivity (EC) in the soil of agricultural lands of the study area was between 0.84-2.63 dS m^{-1}. According to its distribution, most of it is located in the northwest and southeast of the region, and its lowest value is located in the central and northern regions. Also, the results showed that the distribution of soil organic matter (OM) is between 0.35-7.22 percent. The central and southern areas of this region had the minimum percentage of organic matter. The results showed that the most suitable areas for lentil cultivation are located in the northern, central, and southern parts of the region. In general, two classes of high suitability and suitability comprise about 56.97% of the area. One of the main reasons for this result was the suitable soil fertility, rainfall, and topographical conditions. Zones with semi-suitability and non-suitability cultivation potential were also included in 43.03% of the region's area. The results showed that the northwest, parts of the centre, and parts of the southwest were located in the semi-suitability class for lentil cultivation.

Conclusion

Considering various factors to determine the suitable lands for lentil cultivation, it was found that most of the agricultural lands in the studied region were in zones of high suitability for lentil cultivation. Also, in the semi-suitability and non-suitability classes, low nitrogen amount in parts of the centre, high humidity and rainfall in the west of the region, high phosphorus amounts in parts of the central and northwest regions, the inappropriate texture in some fields and low rainfall were determined as limiting factors for the growth of lentil.

Keywords: Analysis Hierarchy Process (AHP), Geographic Information System (GIS), Land use suitability

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: http://agry.um.ac.ir

مقاله پژوهشی

جلد ۱۶، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، ص ۵۶۸-۵۵۳

ارزیابی زراعی- بوم‌شناختی اراضی شهرستان بهشهر جهت کشت عدس (*Lens culinaris* Medik.)

کریم ریاحی[۱]، حسین کاظمی[۲*]، افشین سلطانی[۳] و فردین صادق زاده[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۲۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۱/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۵

چکیده

این مطالعه با هدف ارزیابی زراعی- بوم‌شناختی اراضی شهرستان بهشهر (بخش یانه‌سر) جهت کشت عدس(*Lens culinaris* Medik.) با استفاده تحلیل‌های مکانی سامانه اطلاعات جغرافیایی و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در سال ۱۴۰۰- ۱۴۰۱ انجام شد. برای این منظور، از متغییرهای اقلیمی (دماهای کمینه، بیشینه، متوسط و بارش سالانه)، توپوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا) و خصوصیات خاک (بافت، وزن مخصوص ظاهری، پتاسیم، فسفر، نیتروژن، مس، منگنز، آهن، آهک، ماده آلی، هدایت الکتریکی و اسیدیته) استفاده شد. نقشه‌های موضوعی هر یک از متغیرها با مدل‌های مختلف موجود در ArcGIS 10.8 تهیه شد. سپس با اختصاص وزن‌های فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) روی‌هم‌گذاری شدند. نقشه نهایی با ارزش‌های بسیار مستعد، مستعد، نیمه‌مستعد و غیرمستعد در چهار کلاس طبقه‌بندی شد. براساس نتایج به‌دست آمده در نقشه نهایی استعدادسنجی، بخش‌هایی از شمال و مرکز محدوده مورد مطالعه از مطلوبیت عوامل محیطی برخوردار بودند، امّا قسمت‌هایی از شمال غرب و مرکز و جنوب منطقه در پهنه غیرمستعد قرار گرفتند. مناطق بسیار مستعد برای کشت گیاه عدس با ۱۲/۵۲ درصد در قسمت شمالی منطقه براساس مطلوبیت عوامل اقلیمی، خاک و توپوگرافی کمترین مساحت را داشتند. در مجموع، دو پهنه بسیار مستعد و مستعد ۵۶/۹۷ درصد منطقه را شامل شدند. از طرفی، پهنه‌های نیمه‌مستعد و غیرمستعد ۴۳/۰۳ درصد از کل مساحت منطقه را به خود اختصاص دادند. مناطقی در شمال‌غرب، مرکز و قسمت‌هایی از جنوب غرب برای کشت عدس نیمه‌مستعد یا غیرمستعد تعیین شدند. از دلایل اصلی این نتیجه می‌توان به کمبود برخی متغییرهای خاکی مانند ماده آلی و شرایط نامناسب اقلیمی از جمله کمبود بارش و نیز توپوگرافی (شیب و جهت جغرافیایی) نام برد.

واژه‌های کلیدی: استعدادسنجی اراضی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

مقدمه

کشاورزی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی کشور، نقش مهمی در رسیدن به توسعه پایدار را ایفا می‌کند، البته میان توسعه کشاورزی و منابع طبیعی نیز ارتباط تنگاتنگی وجود دارد (Safaripour & Naseri, 2018). در سال‌های اخیر، سطح زمین‌های کشاورزی کاهش یافته است که این کاهش زمین‌های مستعد کشاورزی را می‌توان در نتیجه عدم استفاده اصولی و بهینه از سرزمین عنوان کرد که مستقیماً بر قابلیت تولید مواد غذایی در مقیاس وسیع اثر گذاشته و امنیت غذایی را به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Montgomery et al., 2016). دست‌یابی به سطح بهینه غذا و امنیت غذایی مستلزم استفاده از روش‌های بهینه و تحلیل‌های مکانی است که می‌تواند ارزیابی دقیقی از قابلیت‌ها و پتانسیل‌های محیطی

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استاد، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۴- دانشیار، گروه علوم خاک، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email: hkazemi@gau.ac.ir
https://doi.org/10.22067/agry.2024.85876.1178

برای تولید غذا در حال حاضر و آینده داشته باشد (Godfray et al., 2010; Montgomery et al., 2016). امّا استفاده از سرزمین به تناسب قابلیت‌ها و توانمندی‌های آن زمانی محقق می‌شود که توسعه و حفظ توازن بوم‌شناختی زمانی آن نیز رعایت گردد (Hanafi & Khushal Dastjerdi, 2017). در بسیاری از موارد، سامانه‌های زراعی دارای عملکرد پایینی هستند که علاوه‌بر مسائل مدیریتی، توانمندی‌های اقلیمی منطقه نیز به‌عنوان عامل محدودکننده تأثیرگذار است. بر این اساس، شناسایی توانمندی‌های سرزمین پیش از انجام فعالیت‌های گوناگون بسیار حائز اهمیت است (Trashi et al., 2020). بنابراین، تعیین توان بالقوه و تخصیص کاربری‌های متناسب با توان و قابلیت اراضی روشی است که می‌تواند میان توان طبیعی محیط، نیاز جوامع، کاربری‌ها و فعالیت‌های انسان در محیط یک رابطه منطقی و یک سازگاری پایدار ایجاد کند (Montgomery et al., 2016). روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP[1]) یکی از گسترده ترین ابزارهای تصمیم‌گیری چند معیاره است (Omkarprasad, 2004) این روش در برگیرنده مجموعه‌ای از داوری‌ها و ارزش‌گذاری به شیوه‌ای منطقی است، به‌طوری‌که از یک سو به تصورات شخصی و طرح‌ریزی سلسله مراتبی یک مسئله وابسته است و از سوی دیگر، با منطق، درک و تجزیه برای تصمیم‌گیری و داوری نهایی مرتبط می‌شود. نتایج وزن‌دهی معیارها با روش تحلیل سلسله مراتبی در استان گلستان نشان داد که بارندگی مطلوب دوره رشد با ضریب ۰/۲۸۹ و حداقل دمای تاریخ کاشت با ضریب ۰/۰۳۶۴ به‌ترتیب بیشترین و کمترین تأثیر را در تعیین وضعیت مناطق جهت کشت محصول نخود فرنگی را داشتند (Trashi et al., 2020). نتایج مطالعه‌ای دیگر نشان داد که شرایط درجه حرارت در دشت هوانگ– هوای چین بسیار مناسب برای کاشت گندم و ذرت است، درحالی‌که بخش شمالی دشت به‌دلیل بارش کم، برای کشت این محصولات نامناسب است (Thanh Tuan et al., 2011). پاکپور ربطی و همکاران (Pakpour Rabti et al, 2013) در استان آذربایجان غربی به ارزیابی اراضی مستعد محصولات کشاورزی (ذرت، آفتابگردان و جو) با استفاده از GIS پرداختند. نتایج نشان داد که در محدوده مورد مطالعه، برای جو، بسیار مناسب (S1) و برای ذرت و آفتابگردان به‌دلیل محدودیت رطوبت نسبی در طول دوره رشد، نسبتاً مناسب (S_2) ارزیابی شد. نظری وینه و همکاران (Nazari Viand et al., 2020) برای پهنه‌بندی اراضی مستعد کشاورزی در شهرستان خلخال استان اردبیل از روش سلسله مراتبی استفاده کردند و نشان دادند که توان طبقات در نظر گرفته شده دارای اهمیت زیادی برای کشت محصولات کشاورزی در منطقه است. توان‌پور و قائمی (Tuanpour & Ghaemi, 2015) نیز استان فارس را برای کشت گندم پهنه‌بندی کردند و نشان دادند که عوامل اقلیمی اثر مهم‌تری در کشت گندم دارند. بنی آقایی (Baniaghil, 2015) طی تحقیقی به پهنه‌بندی و ارزیابی فیزیکی تناسب اراضی برای محصولات خاص (گندم ، سویا) با استفاده ازGIS در استان گلستان پرداخت. نتایج نشان داد که بیش از ۸۵ درصد از اراضی استان جهت کشت گندم و بیش از ۶۲ درصد از اراضی استان جهت کشت سویا در محدوده بسیار مستعد و مستعد قرار گرفتند. بیدادی و همکاران (Bidadi et al., 2015) به‌منظور شناخت عوامل و عناصر اقلیمی، توپوگرافی و شوری مؤثر بر کشت گندم دیم در حوزه قره‌سو استان گلستان و پهنه‌بندی نواحی مستعد کشت این محصول با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS[2]) و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)، ابتدا نیازهای بوم‌شناختی گندم دیم با استفاده از منابع علمی موجود تعیین و درجه‌بندی کردند، سپس نقشه‌های موضوعی مورد نیاز تهیه و طبقه‌بندی شد. نتایج نشان داد که منطقه مورد مطالعه در چهار پهنه (خیلی مناسب، نسبتاً مناسب، ضعیف و نامناسب) از نظر تناسب اراضی قرار می‌گیرد. حدود ۵۱۷۰ هکتار (شش درصد) از مساحت اراضی زراعی حوزه قره‌سو و سه درصد از مساحت کل اراضی حوزه دارای تناسب بالایی جهت کشت گندم دیم بودند. بارش مناسب، شیب‌های کمتر و رو به جنوب و همچنین هدایت الکتریکی در حد مطلوب از ویژگی‌های این مناطق بود.

در مطالعه‌ای متغیرهای محیطی مانند شوری، ماده آلی، فرسایش خاک، طبقات بافت خاک و بارندگی‌های پاییزه، بهاره، اردیبهشت و خرداد ماه به‌عنوان عوامل محدودکننده عملکرد دیم در مناطق شمالی و شمال شرقی استان گلستان شناسایی شدند (Kazemi & Akinci, 2018). نتایج پژوهشی دیگر نشان دادند که ۲۳/۴۸ درصد از منطقه گنبد کاووس برای کشت باقلا بسیار مستعد، در حالی که ۲۵/۰۳ درصد مستعد، ۲۵/۳۸ درصد نیمه‌مستعد و ۲۶/۱۱ درصد از کل اراضی کشاورزی برای تولید محصول غیرمستعد می‌باشد. از جمله عوامل محدودکننده رشد گیاه باقلا، شوری خاک، مواد آلی کم، بارندگی کم،

1-Analytical Hierarchy Process

2- Geographic Information System

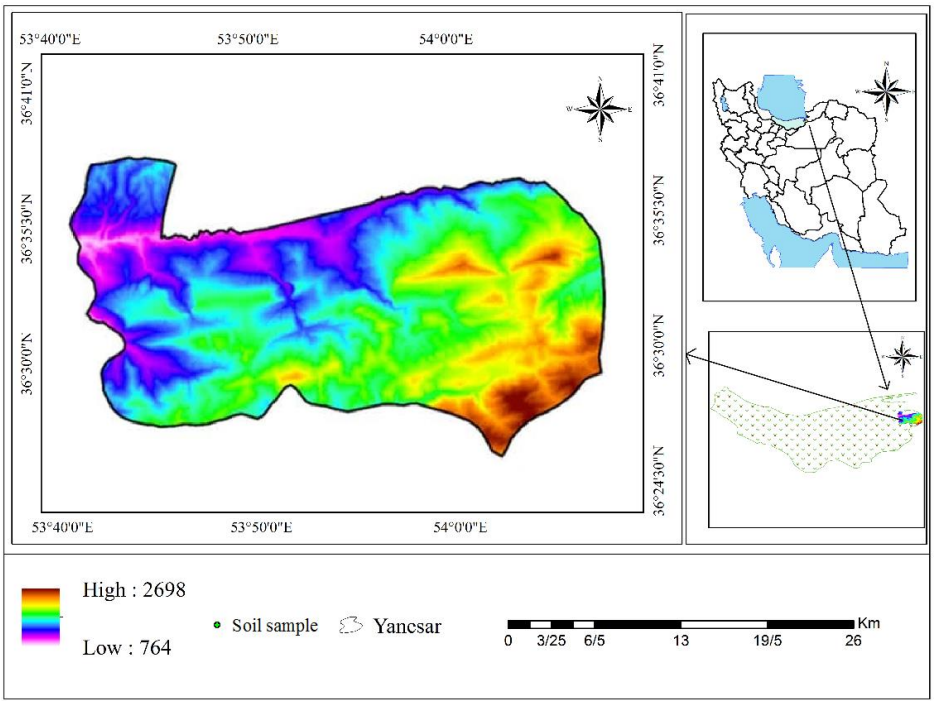
محتوای کلسیم بالا و کمبود مقادیر فسفر و آهن در منطقه اعلام شد (Kazemi al., 2016). از اصول مهم و اولیه کشاورزی پایدار، متکی بودن کشت و زرع گیاهان به توانایی منطقه در جهت تأمین نیازهای بوم‌شناختی آن‌هاست و در گام‌های بعدی است که می‌توان با مدیریت صحیح، استفاده از نهاده‌ها پایداری کشاورزی را حفظ و تداوم بخشید (Koocheki, 2008 ; Kamkar & Mahdavi Damghani, 2008).

برای شناخت توانایی بوم‌شناختی هر منطقه بهترین روش، آمایش سرزمین و ارزیابی توان آن می‌باشد، زیرا با استفاده از این روش می‌توان منطقه مستعد کشت هر گیاهان را در سطح وسیع نسبت به روش‌های آزمایشگاهی و مزرعه‌ای تعیین کرد و با اصول مدیریتی هدفمند در جهت پایداری کشاورزی و جلوگیری از تخریب محیط-زیست گام برداشت (Koocheki et al., 2008; Shahi-Moridi et al., 2016; Nazari Viand et al., 2020). در منطقه یانه‌سر شهرستان بهشهر عموماً کشاورزی به‌صورت نظام دیم چهار محصول گندم، جو، عدس و سطح کمی هم به‌صورت زراعت آبی برنج انجام می‌شود. تاکنون در این زمینه، مطالعات تناسب اراضی براساس ویژگی‌های اقلیمی و خصوصیات خاک انجام نشده است، از طرفی، کشاورزی منطقه دارای مشکلات و مسائلی مانند کاهش تولید در واحد سطح، استفاده نادرست از سرزمین و منابع محیطی و ورود بدون مطالعه برخی از محصولات به الگوی کشت منطقه در سال‌های اخیر می‌باشد. بنابراین، مطالعه حاضر با هدف ارزیابی زراعی–بوم‌شناختی، شناسایی مزیت‌ها و محدودیت‌های منابع بوم‌شناختی جهت کشت عدس در زمین‌های کشاورزی منطقه یانه‌سر شهرستان بهشهر انجام شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه

این پژوهش در بخش یانه‌سر واقع در ۷۰ کیلومتری جنوب شرق شهرستان بهشهر در استان مازندران با مختصات جغرافیایی ۳۶ درجه و ۶۱ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۸۸ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۷۶۴ الی ۲۶۹۸ متر از سطح دریا در سال زراعی۱۴۰۰– ۱۴۰۱ انجام شد. مساحت منطقه یانه‌سر بالغ بر ۵۵۰ کیلومترمربع است که شامل زمین‌های زراعی، مرتع، جنگل و باغ می‌باشد (شکل ۱). سطح زیر کشت محصولات زراعی غالب شامل گندم در حدود ۳۰۰۰ هکتار، جو حدود ۲۰۰۰ هکتار، برنج حدود ۳۳۰ هکتار و عدس حدود ۲۰۰ هکتار است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعه در استان مازندارن و بخش یانه‌سر بهشهر

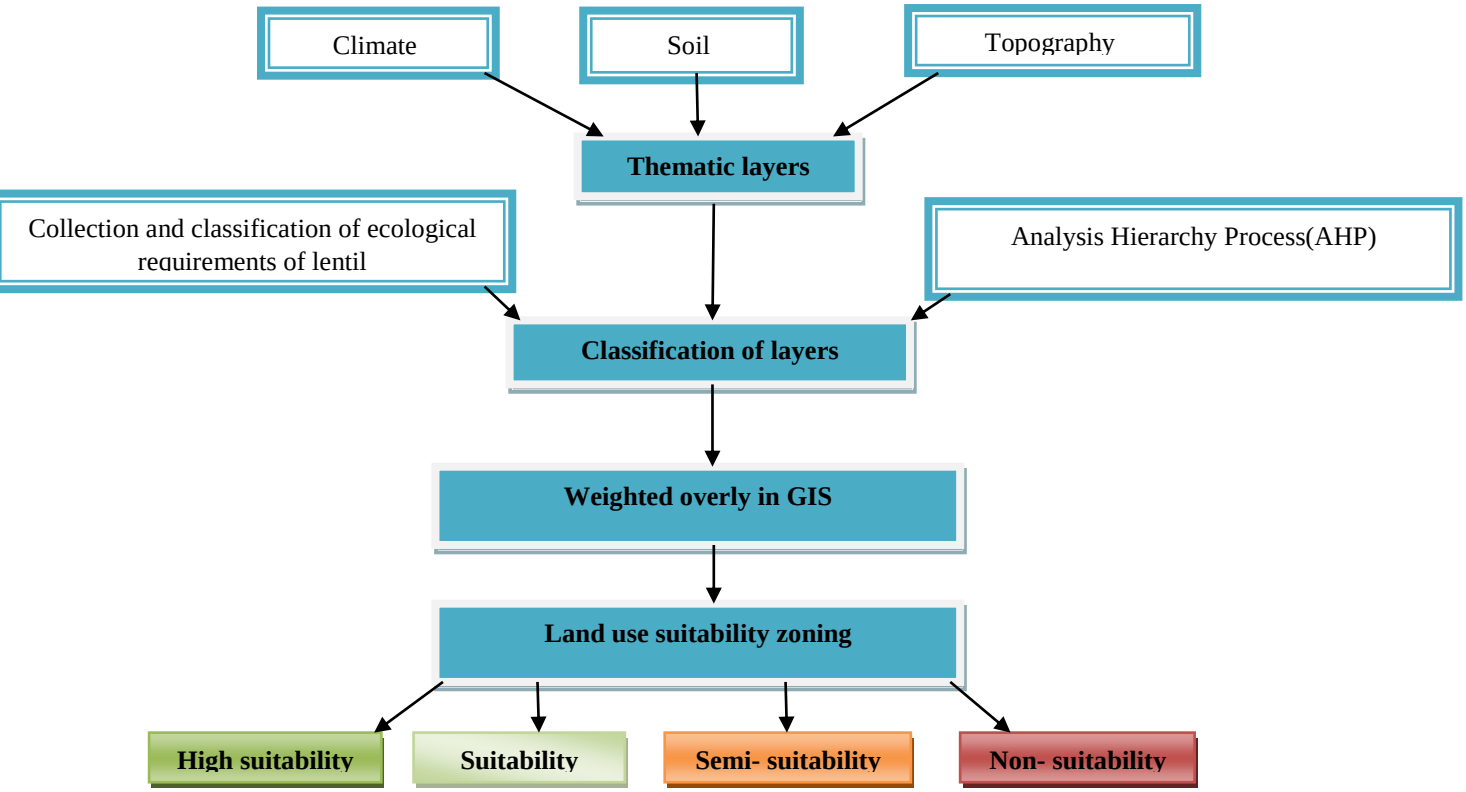
Fig. 1- Location of the study area in Mazandaran province and Yaneh-Ser district in Behshahr

ارزیابی زراعی- بوم‌شناختی

ارزیابی توان بوم‌شناختی سرزمین را می‌توان مرحله میانی فرآیند آمایش سرزمین یا برنامه‌ریزی محیط‌زیست در نظر گرفت که در واقع، اطلاعات اساسی برای مرحله دوم آمایش سرزمین را فراهم می‌آورد (Makhdoom, 2012). این ارزیابی به‌عنوان هسته مطالعات زیست-محیطی با پیش‌گیری از بحران‌های موجود، بستر مناسبی را برای برنامه‌ریزی زیست‌محیطی فراهم می‌کند (Kazemi et al., 2014). برای انجام تحقیق، ابتدا با استفاده از نقشه کاربری اراضی منطقه و نقشه رقومی ارتفاعی (DEM)، مطالعات اولیه انجام شد. نقشه محدوده مورد مطالعه برای تعیین استعدادسنجی منطقه به‌دست آمد. خصوصیات خاکی منطقه با جمع‌آوری ۱۲۸ عدد نمونه خاک با روش W و انتقال‌آن به آزمایشگاه مرکزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تجزیه گردید. نقشه نهایی متغیرهای محیطی با استفاده از انواع روش‌های درون‌یابی و زمین‌آماری تهیه گردید. در نهایت، با استفاده از روش AHP، نظرات کارشناسان با استفاده از نرم‌افزار Export Choice تجزیه و تحلیل شد. سپس، با اجرای مدل از طریق روی‌هم‌گذاری وزنی لایه‌ها در محیط GIS 10.8، نقشه استعدادسنجی اراضی برای کشت عدس تعیین شد (شکل ۲).

نیازمندی‌های بوم‌شناختی گیاه عدس

در پژوهش حاضر، با استفاده از منابع علمی، نیازهای زراعی-بوم‌شناختی گیاه عدس از قبیل دمای کمینه، دمای بیشینه، دمای متوسط، بارش سالانه، شیب، ارتفاع از سطح دریا، بافت خاک، پتاسیم قابل دسترس، فسفر قابل دسترس، ماده آلی، نیتروژن کل و pH جمع‌آوری و طبقه‌بندی شدند (جدول ۱).



شکل ۲- نمودار جریانی ارزیابی تناسب اراضی زراعی بخش یانه‌سر شهرستان بهشهر جهت کشت عدس

Fig. 2- Flow diagram of suitability evaluation of agricultural lands in the Yaneh-Sar sector of Behshahr county for lentil cultivation

جدول ۱- نیازهای زراعی- بوم‌شناختی گیاه عدس

Table 1- Agro-ecological requirements of lentil crop

متغیر Variable	بسیار مستعد High Suitable	مستعد Suitable	نیمه‌مستعد Semi Suitable	غیرمستعد Non-Suitable
میزان بارش سالانه Precipitation (mm)	350-900	300-350	250-300	250>
دمای متوسط سالانه Average temperature (°C)	16-25	10-16	5-10	5>
دمای کمینه سالانه Minimum temperature (°C)	10	8-10	6-8	6>
دمای بیشینه سالانه Maximum temperature (°C)	25-30	20-25	12-20	12>
هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	0-3	3-4	4-8	8<
اسیدیته pH	6-2.8	5-6	4.5-5	4.5>
بافت خاک Soil texture	Sandy- loamy لومی شنی	Loamy-silty, loamy clay, silty لومی – سیلتی، رسی، لومی، سیلتی	Sand, loam-clay, clay-sand شنی، رسی لومی، رسی، شنی	Other classes سایر کلاسها
شیب Slope (%)	0-8	8-16	16-30	30<
جهت شیب Aspect	Without direction, South and southeast بدون جهت، جنوب و جنوب شرقی	East, Northeast شرق، شمال شرقی	Southwest, Northwest جنوب غربی، شمال غربی	West, North غرب، شمال
ارتفاع از سطح دریا Elevation	0-3500	3500-4000	4000<	-

(Majnoon Hosseini, 1996; Makhdoom, 2010; Malkoti & Ghaibi, 2006; Gul et al., 2005; Kazemi et al., 2014)

تهیه لایه‌های محیطی

عوامل اقلیمی

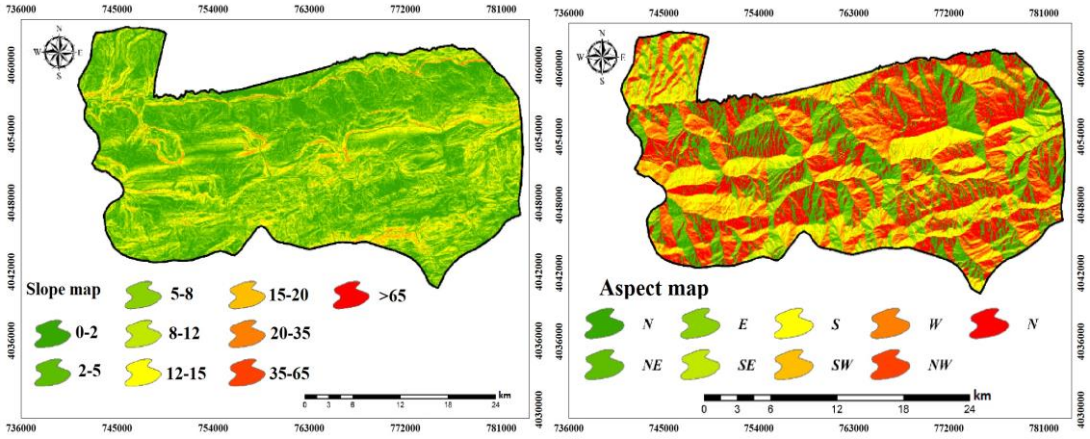
داده‌های اقلیمی منطقه از ۱۳ ایستگاه هم‌دیدی و باران‌سنجی واقع در اطراف محدوده مورد مطالعه که شامل بارش سالانه، دمای کمینه سالانه، بیشینه سالانه و متوسط سالانه در بازه زمانی ۱۴۰۱-۱۳۸۳ بود، از اداره آب منطقه‌ای و اداره کل هواشناسی سه استان مازندران، گلستان و سمنان تهیه شد. سپس، برای تهیه نقشه‌ها از روش‌های درون‌یابی و زمین‌آماری مانند IDW، Kriging و توابع پایه شعاعی استفاده گردید. در نهایت، براساس کمترین مقدار خطا، روش برتر جهت تهیه نقشه انتخاب شد.

توپوگرافی

لایه‌های توپوگرافی شامل شیب (٪)، جهت جغرافیایی و ارتفاع از سطح را از لایه مدل رقومی ارتفاعی (DEM) استان مازندران با دقت ۳۰ متری تهیه شد، سپس محدوده مطالعاتی داخل نرم‌افزار GIS با دستور Extract by mask برش داده شد و براساس جدول نیازهای زراعی-بوم‌شناختی گیاه عدس طبقه‌بندی صورت گرفت.

عوامل خاکی

در منطقه مورد مطالعه ۱۲۸ نمونه با در نظر گرفتن پراکنش مطلوب موقعیت مزارع در هر یک از روستاها، از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک با روش W تهیه شد، سپس موقعیت هر یک از نمونه‌ها با استفاده از GPS ثبت و نمونه‌های تهیه شده داخل کیسه‌های پلاستیکی در بسته و تحت شرایط مناسب به محیط آزمایشگاه منتقل شد.



شکل ۳- نقشه‌های شیب و جهت شیب منطقه یانه‌سر شهرستان بهشهر

Fig. 3- Maps of the slope and aspect of Yaneh-Sar, Behshahr county

عناصر و ویژگی‌های خاکی مانند، شوری به‌روش عصاره‌گیری از گل اشباع و دستگاه شوری‌سنج، اسیدیته به‌روش تهیه گل اشباع و دستگاه pH متر، بافت خاک به‌روش هیدرومتری، آهن و مس به‌روش DTPA لیندسی و نورول، پتاسیم به‌وسیله دستگاه فلیم فوتومتر، فسفر به‌روش اولسن با دستگاه اسپکتروفوتومتر، نیتروژن به‌روش کجلدال، TNV به‌روش تیتراسیون، ماده آلی به‌روش والکلی بلاک و وزن مخصوص ظاهری خاک به‌روش سیلندر اندازه‌گیری شد. نقشه هر یک از متغیرها با استفاده از اطلاعات مکانی نمونه‌ها در محیط GIS و لایه‌های رقومی آن‌ها با انواع روش‌های درون‌یابی شامل IDW، Kriging، تابع شعاعی و تابع چند جمله‌ای به‌دست آمد.

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

برای اجرای فرآیند AHP و ارزیابی وزن معیارها و زیرمعیارها از پرسشنامه استفاده شد. بدین منظور، از طریق تکمیل پرسشنامه از ۲۵ نفر کارشناسان علوم کشاورزی، اطلاعات مورد نیاز جمع‌آوری شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار Export Choice نسخه۱۱ تجزیه انجام شد. بدین صورت که اطلاعات هر پرسشنامه به‌طور جداگانه وارد نرم-افزار شد و اگر ضریب ناسازگاری آن کمتر از ۰/۱بود، به‌عنوان پرسشنامه معتبر مورد استفاده قرار گرفت، در غیر این صورت کنار گذاشته شد.

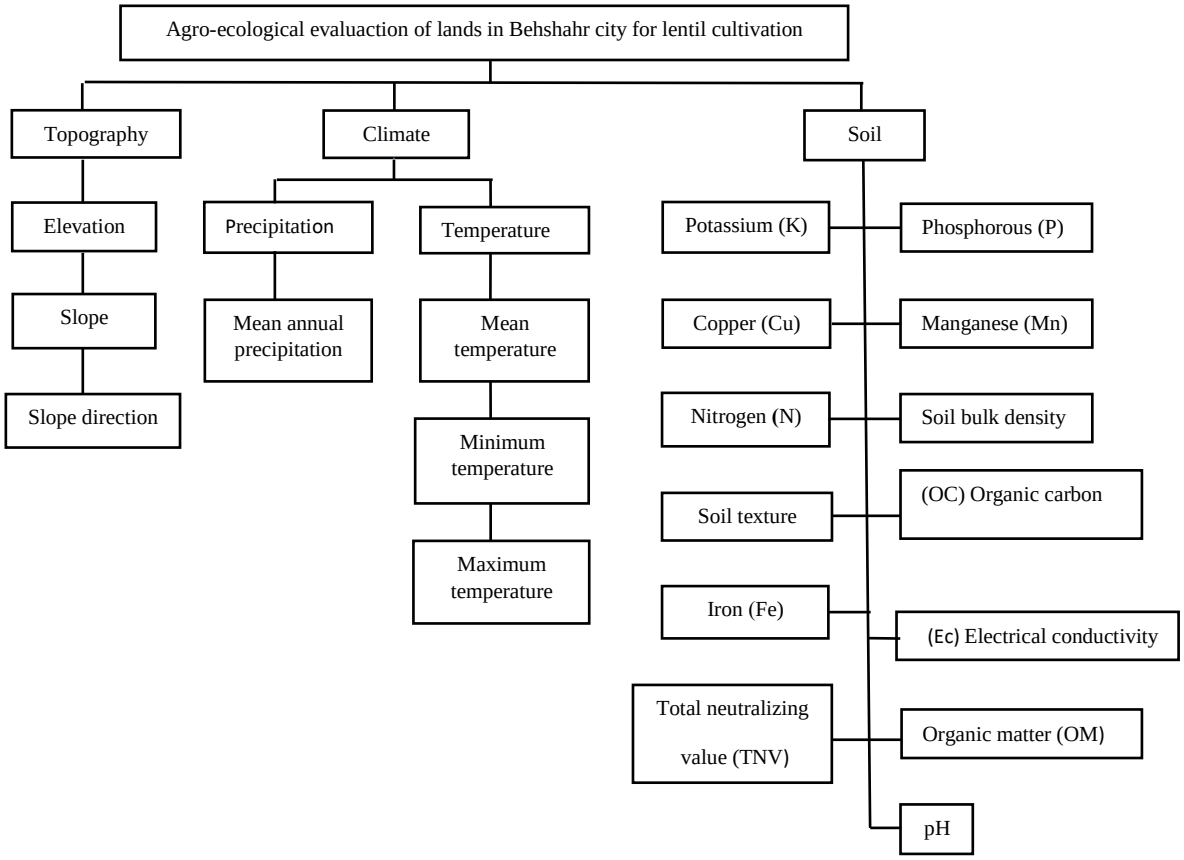
اجرای مدل همپوشانی وزنی

برای تعیین نیاز زراعی- بوم‌شناختی گیاه عدس، ابتدا لایه‌های محیطی شامل اقلیمی (بارش، دمای کمینه، بیشینه و متوسط)، خاک (بافت، وزن مخصوص ظاهری، پتاسیم، فسفر، نیتروژن، مس، منگنز، آهن، آهک، ماده آلی، هدایت الکتریکی و اسیدیته) و توپوگرافی (ارتفاع از سطح دریا و شیب و جهت جغرافیایی) به‌صورت رستر تهیه شد؛ سپس براساس نیاز بوم‌شناختی گیاه، طبقه‌بندی لایه‌ها صورت گرفت. در ادامه، برای تهیه لایه نهایی تناسب بندی لایه‌های اقلیمی، توپوگرافی و خاک در محدوده اراضی زراعی با تطبیق و روی-هم‌گذاری عوامل با استفاده از ابزار حسابگر شبکه‌ای Raster Calculatorو اختصاص وزن هر لایه حاصل از AHP تلفیق انجام شد. در انتها لایه نهایی در چهار پهنه با ارزش بسیار مستعد، مستعد، نیمه‌مستعد و غیرمستعد طبقه‌بندی شد.

نتایج و بحث

نتایج AHP نشان داد که از عوامل اقلیمی، بارش متوسط سالانه دارای بیشترین وزن و بهترین رتبه (تأثیرگذارترین) نسبت به بقیه عوامل محیطی بود. به عبارتی، نقش بارش در تعیین استعداد اراضی کشاورزی برای کشت عدس بالاتر از بقیه متغیرها است (جدول ۲). در این راستا، نصرالهی و همکاران (Nasralhi et al., 2015) بارش و برخی خصوصیات خاک را عامل محدوده‌کننده برای کشت گندم در اراضی دیم شهرستان آق‌قلا (استان گلستان) معرفی کردند. همچنین پورهادیان (Porhadian, 2021) نیز عامل اقلیمی را در رتبه اول عوامل تأثیرگذار بر روی کشت ارزن در اراضی استان لرستان معرفی

کرد. توان‌پور و قائمی (Tuanpour & Ghaemi, 2015) با پهنه-بندی استان فارس جهت کشت گندم پاییزه دیم با پارامتر اقلیمی بارش نشان دادند که بارش و دما، دو عامل محدودکننده رشد گیاه گندم در منطقه است.



شکل ٤ - درخت سلسله مراتبی عوامل مؤثر بر کشت عدس اراضی بخش یانه‌سر شهرستان بهشهر

Fig. 4- Hierarchical tree of factors affecting lentil cultivation in the Yane Sar Sector of Behshahr county

میزان خطای برآورد درون‌یابی معیارهای بارندگی، دمای حداقل، دمای حداکثر و میانگین دمای منطقه نشان داد که مدل عکس فاصله وزنی با مقادیر به‌ترتیب ۰/۰۲۷، ۰/۰۱۸ و ۰/۱۰۲ برای سه شاخص بهترین روش درون‌یابی است. در این مطالعه مشخص شد که بیشترین مقدار بارش ۵۲۶/۸ و کمترین مقدار آن ۳۸۴ میلی‌متر است (شکل ۴). با توجه به نقشه به‌دست آمده، قسمت غرب منطقه دارای بارندگی بیشتری نسبت به شرق منطقه بود. همچنین مقدار دمای کمینه منطقه در دامنه‌ای بین ۴/۸ - ۱/۱ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت (شکل ۴).

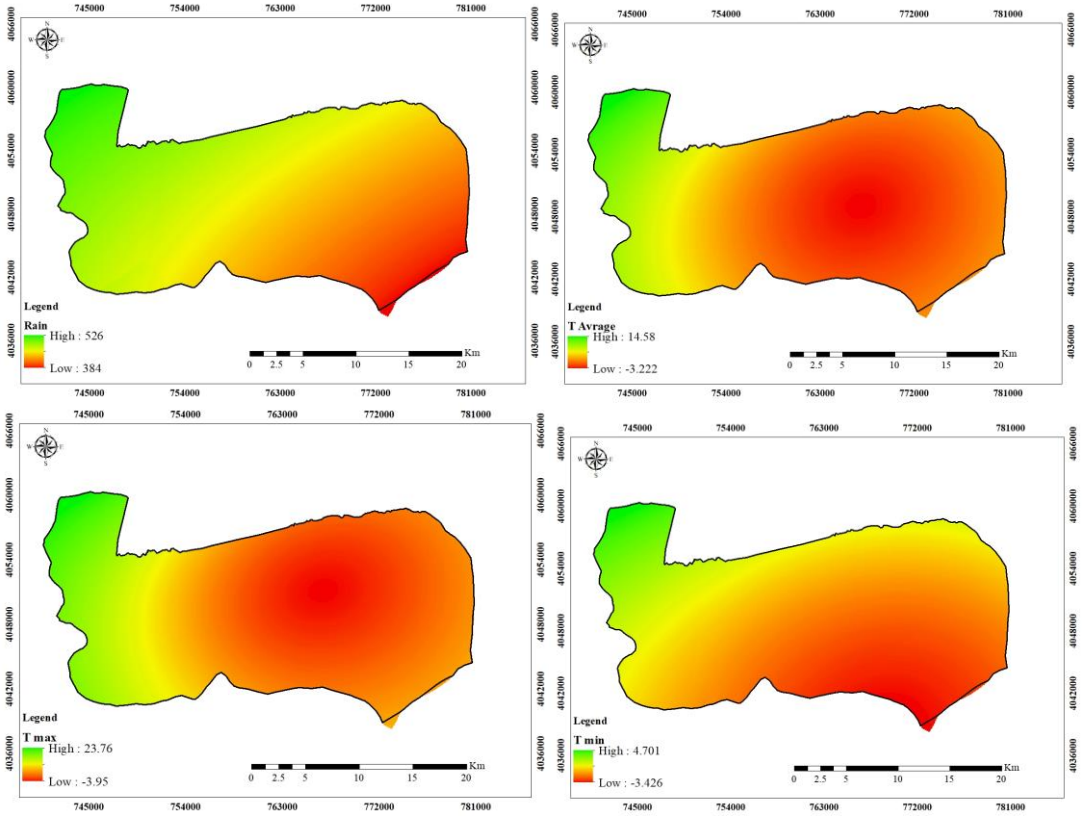
بین متغیرهای توپوگرافی (شیب، جهت‌های جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) به‌ترتیب ارتفاع از سطح دریا و جهت شیب با وزن‌های ۰/۳۶۷ و ۰/۳۵ بیشترین وزن و اهمیت را داشتند و کمترین وزن و اهمیت مربوط به عامل شیب با وزن ۰/۲۸۳ است. جدول ۲، عوامل توپوگرافی و بقیه عوامل را براساس وزن و رتبه آن‌ها نشان می‌دهد. همچنین نرخ ناسازگاری، مناسب و کمتر از ۰/۱ بود. مشخص شد که این منطقه در محدوده ارتفاعی ۷۶۴ تا ۲۶۹۸ متر از سطح دریا واقع شده است. شیب منطقه براساس مدل رقومی ارتفاعی در نه طبقه تقسیم و در شکل ۲ نشان داده شده است. براساس اطلاعات موجود، بیشتر مساحت منطقه در محدوده شیب صفر تا ۱۵ درصد قرار گرفت. همچنین نقشه جهت‌های جغرافیایی نیز نشان داد که بیشتر اراضی منطقه دارای جهت جغرافیایی شمال و شمال شرقی است. در همین راستا، حنیفی و خوشحال دستجردی (Hanafi & Khushal Dastjerdi, 2017) جهت شیب را عاملی مؤثر در توسعه و کشت گیاه گندم در استان زنجان معرفی کردند. همچنین کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2014) در مطالعه خود، جهت پهنه‌بندی زراعی-بوم‌شناختی شهرستان گرگان برای کشت جو لخت، عواملی

مانند جهات جغرافیایی و ارتفاع از سطح از دیا را عوامل محدودکننده و عواملی مانند دمای کمینه و بیشینه را غیرمحدودکننده معرفی کرد. عباسی و همکاران (Abbasi et al., 2018) نیز برای مکانیابی مناسب مناطق کشت گندم دیم در استان خراسان شمالی بیان کردند که متغیرهای اقلیمی مانند دما و بارش نقش عمده‌ای در محدود کردن رشد گیاه گندم در منطقه دارند، همچنین جهات جغرافیایی شمالی محدودکننده‌ترین عامل برای رشد گندم است.

جدول ۲- وزن معیارهای اصلی و زیر معیارهای هر معیار جهت استعدادسنجی

Table 2- The weight of the main criteria and sub-criteria for land use suitability

Weight وزن		زیرمعیارها Sub-criteria	وزن Weight	رتبه Rank
عوامل اقلیمی Climatic factors	0.17	بارش Mean annual precipitation	0.456	1
		دمای متوسط Average temperature	0.215	2
		دمای بیشینه Maximum temperature	0.170	3
		دمای کمینه Minimum temperature	0.160	4
عوامل توپوگرافی Topographic factors	0.122	ارتفاع Elevation	0.367	1
		شیب Slope	0.283	3
		جهت جغرافیایی Aspect	0.350	2
خصوصیات خاکی Soil parameters	0.166	بافت Texture	0.072	6
		هدایت الکتریکی Electrical conductivity	0.064	8
		اسیدیه pH	0.690	7
		نیتروژن Nitrogen	0.102	3
		پتاسیم Potassium	0.065	5
		فسفر Phosphorus	0.103	2
		آهن Iron	0.055	9
		کربن‌الی Organic carbon	0.097	4
		آهک Total neutralizing value	0.046	11
		منگنز Magnesium	0.052	10
		مس Copper	0.052	10
		ماده آلی Organic matter	0.123	1
		وزن مخصوص ظاهری Soil bulk density	0.169	7



شکل ۵- نقشه معیارهای اقلیمی در بخش یانه‌سر بهشهر

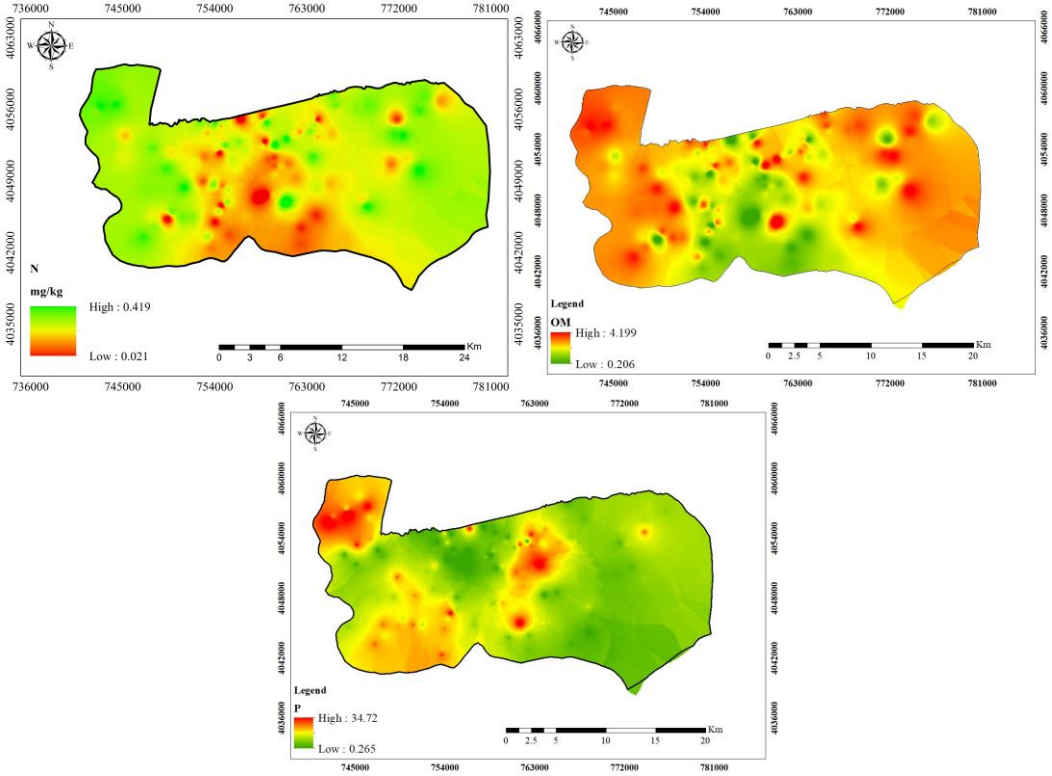
Fig. 5- Maps of climatic parameters in the Yaneh-Sar Sector of Behshahr

در این مطالعه، نقشه پراکنش نیتروژن خاک نشان داد که غلظت نیتروژن بین ۰/۴۱۹- ۰/۰۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم نوسان دارد. با توجه به نقشه نیتروژن خاک، بیشتر منطقه دارای مقداری بین ۰/۰۲۱ تا ۰/۴۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. نواحی مرکزی و جنوب این منطقه دارای کمترین مقدار نیتروژن (۰/۰۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود (شکل ۵). نقشه پراکنش ماده آلی خاک اراضی کشاورزی منطقه مورد مطالعه با روش وزن‌دهی فاصله معکوس با توان دو و کمترین مقدار RMSE (۰/۸۰۱) تهیه شد. پراکنش ماده آلی خاک (OM[1]) بین ۷/۲۲- ۰/۳۵ درصد قرار داشت. در این مطالعه، نواحی مرکزی و جنوب منطقه یانه‌سر دارای کمترین درصد ماده آلی (۰/۳۵ درصد) بودند.

نقشه فسفر خاک نیز با استفاده از مدل عکس فاصله وزنی (IDW[2]) تهیه شد. مقدار فسفر به‌ترتیب بین ۰/۲۶ تا ۳۴/۷۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد. همچنین براساس نتایج جدول ۳، ماده آلی، فسفر و نیتروژن به‌ترتیب با بیشترین مقدار وزن، دارای اهمیت بیشتری نسبت به بقیه معیارهای خاک بودند. بقیه عوامل قابل اندازه‌گیری خاک به نسبت‌های مختلف در رشد گیاه عدس در منطقه تأثیرگذار بودند. در این ارتباط، کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2014)، نیز در تحقیق خود بیان کردند که کمبود برخی عوامل و عناصر غذایی مانند ماده آلی، عامل محدودکننده رشد گیاه گندم در برخی از اراضی کشاورزی استان گلستان می‌باشد.

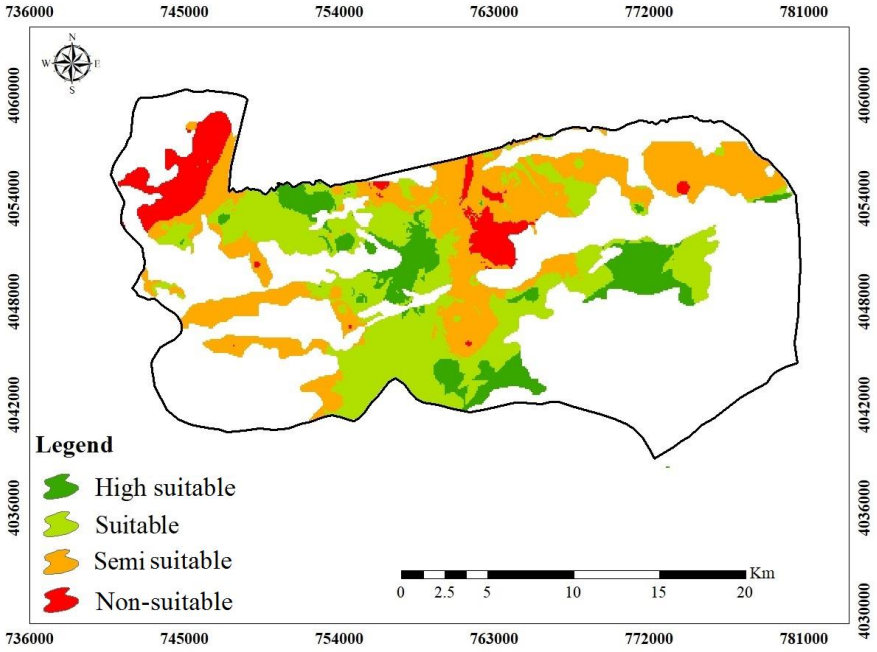
نتایج پهنه‌بندی اراضی زراعی-بوم‌شناختی کشت عدس در چهار طبقه در شکل ۷ نشان داده شده است. براساس نتایج به‌دست آمده، در بخش‌هایی از شمال، مرکز و جنوب منطقه مورد مطالعه از مطلوبیت عوامل محیطی برخوردار است و قسمت‌هایی از شمال غرب و مرکز منطقه برای کشت عدس در محدوده غیرمستعد قرار دارد. مساحت هر پهنه در شکل ۸ نشان داده است.

1- Organic matter
2- Inverse distance weighted



شکل ٦- نقشه‌های متغیرهای خاک در بخش یانه‌سر بهشهر

Fig. 6- Maps of soil parameters in the Yaneh-Ser section of Behshahr



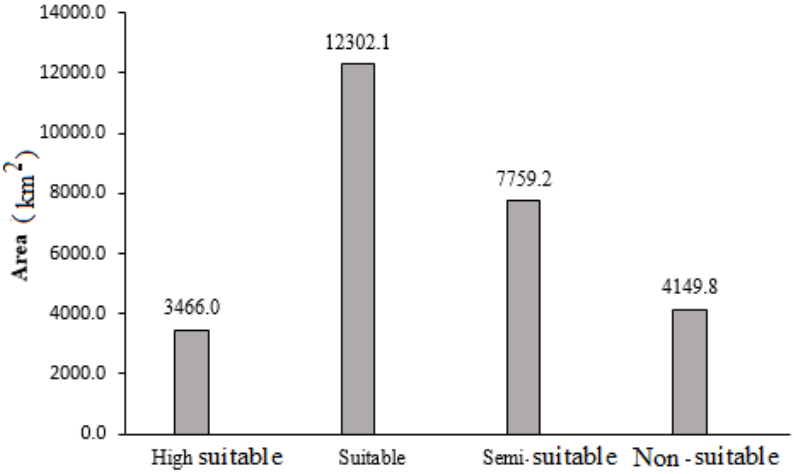
شکل ۷- نقشه استعدادسجی اراضی جهت کشت عدس در بخش یانه‌سر شهرستان بهشهر

Fig. 7- Land use suitability map for lentil cultivation in the Yaneh-Sar section of Behshahr county

جدول ۳- نتایج محاسبه مقادیر خطای برآورد (RMSE)حاصل از روش‌های میانیابی پارامترهای نیتروژن (N) و فسفر (P) در اراضی کشاورزی بخش یانه‌سر بهشهر

Table 3- The results of calculation of error values obtained from interpolation methods of nitrogen (N) and phosphorus (P) parameters in agricultural lands of Yaneh-Sar of Behshahr

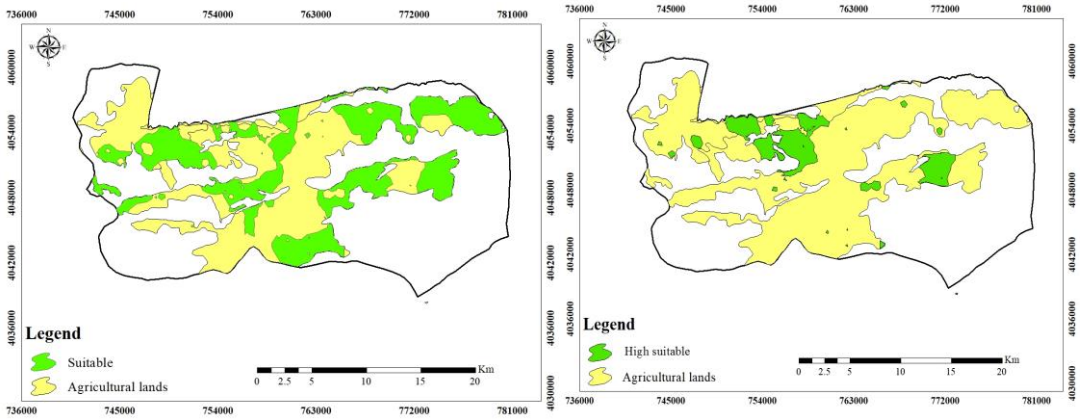
روش Method	مدل Model	نیتروژن N RMSE	فسفر P RMSE
کریجینگ Kriging	کروی Spherical	1.004	0.995
	نمایی Exponential	0.994	1.005
	گوسی Gossian	0.108	0.985
توابع پایه شعاعی Radial function	A few quarters	0.097	1.525
	Inverse quadrant	0.115	1.491
	Thin strip	0.085	1.481
توابع چند جمله ای Polynomial function	درجه یک Grade1	0.089	1.441
	درجه دو Grade2	0.095	1.489
	درجه سه Grade3	0.082	1.521
وزن‌هی فاصله معکوس Inverse distance weighting	توان یک Power1	0.086	1.417
	توان دو Power2	0.091	1.409
	توان سه Power3	0.991	1.513



شکل ۸- مساحت پهنه‌های استعداد سنجی کشت عدس در بخش یانه‌سر شهرستان بهشهر (هکتار)

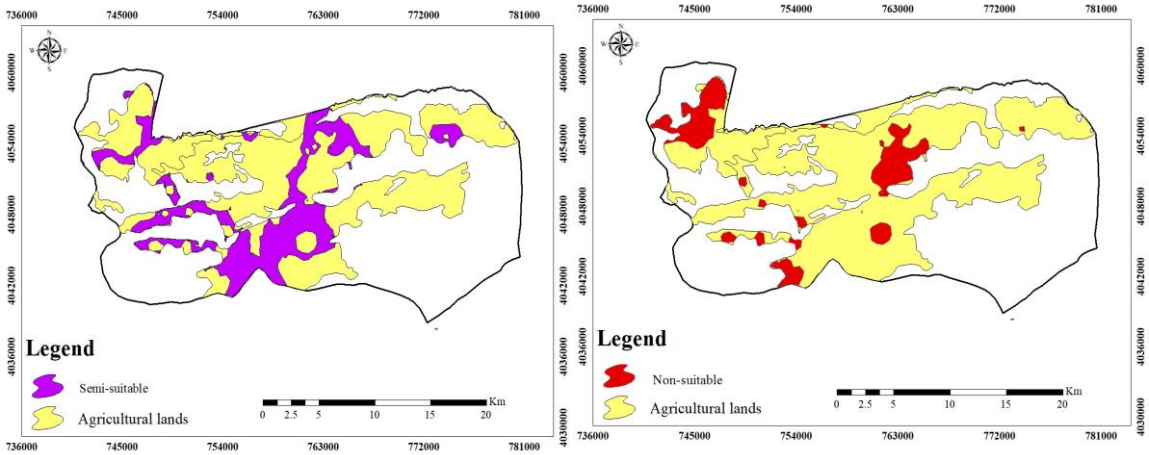
Fig. 8- The area of land use suitability zones for lentil cultivation in the Yane Sar section of Behshahr county

نتایج نشان داد که مناطق بسیار مستعد کشت عدس در قسمت-های از شمال، مرکز و جنوب محدوده (۱۲/۵۲ درصد) قرار دارند (شکل ۹) و پهنه با تناسب مستعد حدود ۴۴/۳۵ درصد از مساحت منطقه را شامل می‌شود. به‌طور کلی، دو طبقه بسیار مستعد و مستعد، ۵۶/۹۷ درصد منطقه را در بر می‌گیرند. یکی از علت‌های اصلی وجود بخش مستعد، حاصلخیزی مناسب خاک، بارش کافی و شرایط مطلوب توپوگرافی منطقه می‌باشد. کاظمی و همکاران (Kazemi et al., 2014) یکی از دلایل مناطق مستعد برای کشت عدس را بارش و حاصلخیزی خاک معرفی کردند، همچنین نصرالهی و همکاران (Nasralhi et al., 2015)برای کشت گیاهان نخود، گندم، باقلا و غیره براساس الگوی کشت در استان گلستان شرایط آبیاری و وضعیت توپوگرافی را عامل اصلی محدودیت معرفی کردند.



شکل ۹- نقشه پهنه‌های بسیارمستعد و مستعد جهت کشت عدس در اراضی کشاورزی بخش یانه‌سر بهشهر

Fig. 9- Map of the high suitable and suitable zones for lentil cultivation in the agricultural lands of Yaneh-Ser, Behshahr



شکل ۱۰- نقشه پهنه‌های نیمه‌مستعد و غیرمستعد جهت کشت عدس در اراضی کشاورزی بخش یانه‌سر بهشهر

Fig. 10- Map of semi-suitable and non-suitable zones for lentil cultivation in the agricultural lands of Yaneh-Ser, Behshahr

اراضی با استعداد نیمه‌مستعد و غیرمستعد نیز ۴۳/۰۳ درصد از مساحت منطقه را شامل شدند. شکل ۱۰ نشان داد که شمال‌غرب، قسمت-هایی از مرکز و جنوب غرب با در نظر گرفتن عوامل اقلیمی، خاک و توپوگرافی برای کشت عدس دارای درجه تناسب نیمه‌مستعد است. از دلایل اصلی این نتیجه، می‌توان به کمبود برخی خصوصیات خاکی مانند کمبود نیتروژن و ماده آلی در قسمت‌هایی از مناطق مرکزی، بافت نامناسب خاک و بالا بودن فسفر در مناطق غیرمستعد اشاره کرد. در این زمینه، نصرالهی و همکاران (Nasralhi et al., 2015) در مطالعه خود در شهرستان آق‌قلا بیان کردند که میزان اندک بارش، نامناسب بودن برخی متغیرهای خاک (pH) و شوری

بالا، بافت نامناسب، پتاسیم و کلسیم بالا، فسفر، آهن، و ماده آلی پایین و شیب بالا یکی از عوامل اصلی محدوده‌کننده کشت گندم در پهنه غیرمستعد در منطقه است. حنیفی و خوشحال دستجردی (Hanafi & Khushal Dastjerdi, 2017) در استان زنجان مشخص کردند که بیشتر منطقه دارای درجه تناسب نیمه‌مستعد و غیرمستعد است و دلیل آن را مناطق مرتفع و پرشیب رشته کوه‌های البرز معرفی کردند. به‌طور کلی، با توجه به نتایج به‌دست آمده، عوامل اصلی محدودکننده کشت عدس در منطقه مورد مطالعه شامل کمبود نیتروژن، بافت نامناسب خاک، بالا بودن فسفر خاک در برخی نقاط، کمبود و بیش بود بارش می‌باشد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به‌دست آمده و با در نظر گرفتن عوامل مختلف برای تعیین اراضی مستعد کشت گیاه عدس، مشخص شد که بیشتر زمین‌های زراعی منطقه (۵۶/۹۷ درصد) در طبقه‌های بسیار مستعد و مستعد جهت کشت عدس قرار دارند. مهم‌ترین دلایل این نتیجه، حاصلخیزی مناسب خاک در این مناطق، بارش مناسب و همچنین شرایط مطلوب توپوگرافی می‌باشد. در مناطق نیمه‌مستعد و غیرمستعد که سطح کمتری (۴۳/۰۳ درصد) را شامل شد، کمبود نیتروژن و ماده آلی در قسمت‌هایی از مرکز منطقه، بالا بودن رطوبت و بارش در غرب منطقه، فسفر بالای خاک در قسمت‌هایی از مناطق مرکزی و شمال‌غرب، عواملی محدودکننده برای کشت گیاه عدس می‌باشند. توصیه می‌شود که به‌منظور حفظ منابع محیطی و دستابی به تولید مطلوب، کشت عدس فقط در پهنه‌های بسیار مستعد و مستعد منطقه مورد مطالعه صورت پذیرد. لازم است، پهنه نیمه‌مستعد با اعمال روش‌های مدیریتی همسو با محیط از جمله اجرای تناوب زراعی، خاکورزی حفاظتی، استفاده کودهای آلی و برگرداندن بقایای گیاهی احیا و ارتقا یابد. همچنین اختصاص مناطقی با شرایط توپوگرافی نامطلوب به سایر کاربری‌ها از جمله زنبورداری و حیات وحش از اقدامات حفاظتی در پهنه غیرمستعد می‌باشد.

References

1. Abbasi, F., Seshatian, K., Treasury, L., Mohammadnia Qaraei, S., & Athamari, M. (2012). Locating the most suitable areas for dry wheat cultivation (Case study: North Khorasan province). *Climatology Research Journal*, *4*(13-14), 58-72. (In Persian with English abstract).
2. Bidadi, M.J., Kamkar, B., Abdi, O., & Kazemi, H. (2015). Land suitability analysis on rainfed wheat cropping using geospatial information systems (A case study: Qaresoo basin). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *25*(1), 131-143. (In Persian with English abstract)
3. Baniaghil, A.S. (2015). Zoning and physical assessment of land suitability for particular crops (wheat, soybean) using GIS in Golestan province. M.Sc. Thesis, Gonbad Kavous University, Gonbad, Iran. (In Persian with English abstract)
4. Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, *327*(5967), 812-818. doi: 10.1126/science.1185383
5. Halabian, A.H., & Ismaili, N. (2016). Assessment of land suitability based on climatic elements for rapeseed cultivation using fuzzy model and AHP in Kurdistan province. *Environmental Science and Technology*, *19*(4),150-133.(In Persian with English abstract)
6. Hanafi, A., & Khushal Dastjerdi, C. (2016). Identification of favourable areas for dry wheat cultivation in Zanjan province based on agricultural climate parameters. *Geographical Space*, *17* (59), 47-66. (In Persian with English abstract)
7. Kamkar, B. & Mahdavi Damghani, A.M. (2008). Fundamental of Sustainable Agriculture. Jahad Daneshgahi Press of Mashhad, Mashhad, Iran. 315 p. (In Persian)
8. Kazemi, H., & Akinci, H. (2018). A land use suitability model for rainfed farming by Multi-criteria Decision-making Analysis (MCDA) and Geographic Information System (GIS), *Ecological Engineering*, *116*, 1-6. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.02.021.
9. Kazemi, H., Sadeghi, S., & Akinci, H. (2016). Developing a land evaluation model for faba bean cultivation using geographic information system and multi-criteria analysis (A case study: Gonbad-Kavous region, Iran), *Ecological Indicators*, *63*,37-47. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.11.021.
10. Kazemi, H., Tahmasebi Sarvestani, Z., Kamkar, B., Shataei, S., & Sadeghi, S. (2014). Agro-ecological zoning of Golestan province lands for soybean cultivation using Geographical In Formation System (GIS). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *23*(4), 21-40. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.2008739.1393.7.2.10.5.
11. Koocheki, H., Hosseini, M., & Hashemi Dezfooli, A. (2008). Sustainable Agriculture, (Translation), University

Jihad Press of Mashhad, Mashhad, Iran. 162 p. (In Persian)
12. Majnoon Hosseini, N. (1997). Legumes in Iran. Jihad Publishing Institue, Tehran, 240. (In Persian)
13. Makhdoom, M., (2012). Land use Planning Fundamental. University of Tehran Press, Tehran, Iran. (In Persian abstract)
14. Makhdoom, M. (2011). Foundation of Amish Sarmeen (11th edition). Tehran University Press, Tehran, Iran. p. 289. (In Persian)
15. Malkuti, M.J. &Ghaibi, M.N. (2007). Determining the critical limit of nutritional elements of strategic crops and the correct recommendation of fertilizers in the country, *Agricultural Education Publication*, 56.
16. Motiee Langroudi, S. H., Nasiri, H., Azizi, A., & Mostafaie, A. (2012). Modeling the ecological capability for agricultural and rangeland land use using Fuzzy AHP in GIS environment (Case study: Marvdasht County). *Town and Country Planning*, *4*(6), 125-148.(In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/jtcp.2012.28792
17. Montgomery, B., Dragic´evic, S., Dujmovic, J., & Schmidt, M., (2016). GIS-based logic scoring of preference method for evaluation of land capability and suitability for agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, *124* (2016), 340–353. https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.013.
18. Nasralhi, N., Kazemi, H., Kamkar, B., & Sadeghi, S. (2015). Agro-ecological assessment of the lands of Aqqla city (Golestan province) for dry wheat cultivation using geographic information system (GIS). *Journal of Agriculture*, *110*, 94-83. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/AJ.2016.109340.
19. Nazari Viand, F., Koohestani, H., Zarifian, S., & Kazemieh, F. (2020). Land suitability assessment for agriculture using analytical hierarchy process in northern parts of Khalkhal county (case study: Mikaeel abad catchment) . *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 93(9), 225-239. (In Persian with English abstract)
20. Omkarprasad, V., Kumar, S. (2004). Analytic hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, *169*(1),1-29. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028
21. Pakpurrabati, A., Jafarzadeh, A.A., Shahbazi, F., &Ammary, P. (2013). Assessment of susceptible land for some agricultural crops in some regions of west Azerbaijan province using geographical information system. *Journal of Soil and Water*, *23*(1): 165-176. (In Persian with English abstract)
22. Porhadian, H. (2021). Proportioning of lands in Lorestan province for the second cultivation of fodder millet with the help of ANP, GIS and fuzzy logic .*Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *31*(4), 288-302. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22034/SAPS.2021.42810.2576.
23. Safaripour, M., & Naseri, D. (2018). Assessing the suitability of land for the establishment of agricultural and pasture land uses with the weighted linear combination method (case study: Onar Chai basin of Ardabil province). *Environmental Science and Technology Quarterly*, *21* (8), 113-123. https://doi.org/10.3390/su122310134.
24. Sari Saraf, B., Actor, S., & Mohammadi, G.H. (2009). Zoning of climatic potentials of dry wheat cultivation in West Azarbaijan province. *Geography and Development*, *13*, 5-26. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22111/gdij.2009.1226.
25. Shahi-Moridi, R., Kazemi, H., & Kamkar B. (2016). Evaluation of sustainable agricultural development in Golestan province. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *27*(1), 197-215. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/JTCP.2020.294811.670053.
26. Sys, I., Van-Ranst, E., &Debveye, J. (1991). Land evaluation, part 1: principles in land evaluation and crop calculations. General administration for development cooperation. *Agricultural Publications*, 7, Brussels, Belgium.
27. Thanh Tuan, N., QIU, J., Verdoodt, A., LI, H., & Ranst, E. V. (2011). Temperature and precipitation suitability evaluation for the winter wheat and summer maize cropping system in the Huang-Huai-Hai Plain of China. *Agricultural Sciences in China*, *10*, 2, 275-288. https://doi.org/10.1016/S1671-2927(11)60005-9
28. Trashi, M., Rahmi Karizki, A., Biabani, A., & Salahi Farahani, M. (2020). Evaluation of land suitability of Golestan province for chickpea cultivation based on climatic factors. *Iranian Legume Research Journal*, *11* (1), 62-73. (In Persian with English abstract),https:// doi.org/10.22067/IJPR.V11I1.70708.
27. Tuanpour, N., & Ghaemi, A.A. (2015). Zoning of Fars province in terms of dry season wheat cultivation based on rainfall parameters and morphological factors. *Iranian Journal of Irrigation and Drainage*, *4* (10), 555-544. (In Persian with English abstract)