Water and Soil Science, Vol.33, NO.3, Autumn 2023, pp. 109-123.

DOI:10.22034/ws.2021.48404.2444 ISSN:2717-3755 https://water-soil.tabrizu.ac.ir/

Research Article

Comparison of the Modified and Unmodified Indices of Land Suitability with the Actual Yield of Olive in Some Regions of Kerman Province

N Lalini[1], A Jafari[2*], M Bagheri Bodaghabadi[3], M Hadi Farpoor[4]

Received: December 30, 2020 Accepted: April 14, 2021
Received in Revised: April 5, 2021 Published online: September 23, 2023

1-Graduated MSc. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman , Iran.
2-Assis. Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.
3-Assis. Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
4-Prof., Department of Soil Science, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.
*Corresponding Author, E-mail: a.jafari@uk.ac.ir

Abstract

Background and Objectives

With a growing population, there is a need for new agricultural patterns to meet increased food demand together with concerns for reducing environmental impact. There is a concern about land performance when land is used for specific purpose without doing of suitability analysis. Therefore, proper land use planning based on the land evaluation is essential. There are several methods for assessing land suitability, among which Sys et al. (1991) method is most widely used due to the simple and classic models. In many land suitability studies, the uncorrected land index has been used. This has led to many differences in the results of different approaches of land suitability evaluation. The present study was conducted for assessing of accuracy and validity of the corrected indices of land suitability based on the determined relations by Sys et al. (1991) and Bagheri Bodaghabadi (2021).

Methodology

In this research, the field studies were conducted, then several profiles were drilled and described in Khanouk, Bam and Rabor districts in Kerman province. Land suitability classes were determined by the four methods including 1-simple limitation, 2- number and intensity of limitations, 3- Khidir (square root) and 4- Storrie, using both the corrected land index and the uncorrected land index. The climate and land requirements of olive were determined using Sys tables. To determine the class of land suitability, the indices of land and climate were calculated by simple limitation, number and intensity of limitations and parametric methods (Storrie and Square Root method).

CC BY NC

©: The Author(S)
Publisher: University of Tabriz

In parametric approach, the land index (uncorrected land index) is calculated using Khidir and Storrie methods as shown in equations 1and 2, respectively.

(1) $$LI = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times .....}$$

(2) $$LI = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times .....$$

Then numerical simulation was employed to assess the obtained results from the Sys et al. (1991) and Bagheri Bodaghabadi (2021) functions and compared them together. For this purpose, one million random values were created for each of the S1 to N2 classes; so that the minimum rating (Rmin) was a random number for each class in own defined range and the other seven characteristics were random numbers between Rmin and 100. Finally, a total of two million random simulations were created.

Findings

Climate evaluation of the studied areas showed that Khanouk as a more suitable climate for olive irrigation cultivation in the current climate. The climatic suitability class was obtained S1 for Khanouk and S2 for Bam and Rabor. The results showed that using the corrected land indices, the results of the four employed methods are much closer, especially for the Storrie and Khidir methods. Altogether, the simple limitation method was more consistent with the Khidir method. On the other hand, the employed methods differed greatly when the uncorrected land indices were used. Totally, the results of the uncorrected land indices may be largely inaccurate and misleading, and may show unrealistic results. The relationship between land suitability index for the two numerical methods Storrie and Khidir shows that the value of R^2 has increased from 0.94 for the uncorrected index to 0.995 for the corrected index. Also, the relationship between land suitability index for the two numerical methods Storrie and Khidir based on the corrected index presented by Bagheri Bodaghabadi (2021) shows that the value of R^2 has increased from 0.995 for Sys relations to 0.998 for Bagheri Bodaghabadi relations.

Conclusion

According to the research, Khanouk area has a more suitable conditions for olive cultivation in comparison with Bam and Robor. According to the findings of the current study, it is very important and necessary using the corrected land index to determine the land suitability class. The study showed, there is no significant difference between Storrie and Khidir methods based on the corrected land index, while there significantly was a difference between the Khidir and Storrie methods using the uncorrected land index. In general, the results of the Khidir method are closer to the simple limitation method compared to Storrie. The results of the present study showed that using the modified index based on Sys et al. (1991) and Bagheri Bodaghabadi (2021) relations, the difference between the results of different methods is reduced, so that in most cases, the results of Storrie and Khidir methods are close to each other. Therefore, it is recommended that the corrected indices of land suitability presented by Sys et al. (1991) and also Bagheri Bodaghabadi (2021) may be useful to use in the future studies of land suitability for obtaining the more reliable results.

Keywords*:* Modified land index, Olive yield, Parametric method, Kerman.

دانش آب و خاک

نشریه دانش آب و خاک / جلد ۳۳ شماره ۳ صفحه‌های ۱۰۹ تا ۱۲۳/ سال ۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

مقایسه شاخص‌های اصلاح شده و اصلاح نشده تناسب سرزمین با عملکرد واقعی زیتون در برخی از مناطق استان کرمان

نسیمه لالینی[۱]، اعظم جعفری[۲]*، محسن باقری بداغ‌آبادی[۳]، محمدهادی فرپور[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۲۵

تاریخ دریافت ویرایش:۱۴۰۰/۰۱/۱۶ تاریخ انتشار انلاین :۱۴۰۲/۷/۱

۱-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۲- استادیار بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۳- استادیار خاکشناسی، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

٤- استاد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a.jafari@uk.ac.ir

چکیده

در مطالعه حاضر، به مقایسه شاخص‌های اصلاح شده و اصلاح نشده تناسب سرزمین برای کشت زیتون در سه منطقه خانوک، بم و رابر استان کرمان پرداخته شده است. در هر منطقه، نمونه‌برداری از تعدادی خاکرخ انجام و برخی خصوصیات خاک اندازه‌گیری گردید. نیازهای اقلیمی و خاکی زیتون با استفاده از جداول سایز مشخص گردید. کلاس تناسب کیفی سرزمین به روش‌های محدودیت ساده، تعداد و شدت محدودیت و روش پارامتریک تعیین گردید. براساس نتایج، مناطق رابر و بم از نظر اقلیمی دارای تناسب متوسط (کلاس S2) هستند ولیکن منطقه خانوک از نظر اقلیمی محدودیت چندانی ندارد و در کلاس S1 قرار دارد. نتایج نشان داد روش‌های مختلف ارزیابی تناسب سرزمین تفاوت زیادی با هم دارند، به طوریکه کلاس تناسب سرزمین به روش‌های محدودیت ساده و تعداد و شدت محدودیت‌ها برای منطقه خانوک و رابر S2 و S3 و برای منطقه بم N2 به دست آمد. همچنین نتایج روش خیدیر با شاخص اصلاح شده به نتایج روش محدودیت ساده و تعداد و شدت محدودیت‌ها نزدیکتر است. تفاوت نتایج برای دو روش عددی استوری و خیدیر با شاخص اصلاح نشده بسیار زیاد است، و براساس شاخص اصلاح شده، نتایج این دو روش به طور کامل با همدیگر همخوانی دارند. بدون در نظر گرفتن شاخص اصلاح شده سرزمین، نتایج روش خیدیر نسبت به سه روش دیگر با عملکرد واقعی زیتون هماهنگی بیشتری را نشان می‌دهد. رابطه شاخص تناسب سرزمین برای دو روش عددی استوری و خیدیر نشان می‌دهد مقدار R^2 از ۰/۹٤ (برای شاخص اصلاح نشده) به ۰/۹۹۵ (برای شاخص اصلاح شده) افزایش یافته است. همچنین رابطه شاخص تناسب سرزمین برای دو روش عددی استوری و خیدیر با شاخص اصلاح شده نشان می‌دهد مقدار R^2 بیشتر شده و از ۰/۹۹۵ (برای روابط سایز) به ۰/۹۹۸ (برای روابط باقری بداغ‌آبادی) افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: شاخص اصلاح شده سرزمین، عملکرد زیتون، روش پارامتریک، کرمان.

مقدمه

فشار روز افزون به منابع خاک، ناشی از افزایش جمعیت، توسعه‌ی مناطق صنعتی و محدود شدن اراضی برای کشاورزی، نیاز به استفاده‌ی بهینه و پایدار از خاک را ضروری می‌نماید. فرسایش و رانش زمین، کیفیت خاک، آلودگی محیط زیست، امنیت غذایی و تغییر اقلیم از مهم‌ترین مسائلی هستند که به طور مستقیم و غیرمستقیم با شناسایی واطلاع از وضعیت تغییرپذیری خاک‌ها در ارتباط می‌باشند. بنابراین، امروزه خاک به عنوان جزیی از اکوسیستم شناخته می‌شود و اهمیت چندجانبه‌ی خاک و امنیت خاک، باید در مسائل مربوط به مدیریت و پایداری منابع به‌طورقابل توجهی مدنظر قرار گیرد (ادهیکاری و هارتمینک ۲۰۱٦). برنامه‌ریزی برای استفاده‌ی بهینه از اراضی موجب می‌شود تا ضمن حداکثر بهره‌وری، امکان استفاده از اراضی برای آیندگان نیز فراهم گردد؛ زیرا چنانچه از هر زمین به مقتضی استعداد و توانمندیش استفاده نشود در معرض نابودی قرار می‌گیرد و به مرور زمان از باروری آن - کاسته می‌شود (ون‌دیپن و همکاران ۱۹۹۱). بنابراین شناخت ظرفیت تولید سرزمین و اختصاص آن‌ها به بهترین و سودآورترین نوع کاربری از اهمیت خاصی برخوردار است. در فرآیند انتخاب مناسب کاربری اراضی، فاکتورهای زیادی در انتخاب زمین بر اساس نوع استفاده تأثیر می‌گذارند (چن و همکاران ۲۰۰۳). در این راستا ابتدا باید منابع سرزمین شناسایی شده و قابلیت و استعداد آن‌ها برای انواع استفاده‌های ممکن بررسی شود. به عبارتی اولین و مهمترین گام در برنامه‌ریزی استفاده بهینه از سرزمین، ارزیابی سرزمین است. یکی از مهمترین وظایف ارزیابی سرزمین درک و تشخیص ارتباط بین محیط طبیعی و انواع استفاده‌های ممکن در راستای تأمین اطلاعات پایه، برای برنامه‌ریزان سرزمین می‌باشد (ایوبی و جلالیان ۲۰۰٦). هدف از مطالعات ارزیابی تناسب سرزمین، استفاده بهینه و پایدار از هر سرزمینی از طریق بررسی جنبه‌های فیزیکی، اجتماعی و اقتصادی آن سرزمین است. برای رسیدن به این هدف، سرزمین به صورت کیفی و کمی و براساس اطلاعات اقلیمی، اطلاعات حاصله از مطالعات توپوگرافی و خاک و اطلاعات مربوط به تولید و آگاهی‌هایی که درباره خاک‌های مشابه وجود دارد ارزیابی و طبقه‌بندی می‌شوند (نصیری ششده و علیزاده ۲۰۰۹). امروزه ارزیابی تناسب سرزمین در کشورهای در حال توسعه محور اصلی انتخاب کشت متناسب با شرایط اقلیمی و خاکی هر منطقه است. اگرچه مطالعات تناسب سرزمین پایه و اساس استفاده بهینه از سرزمین است، متاسفانه در کشور ما بهای چندانی به مطالعات تناسب سرزمین برای کشاورزی و دیگر کاربری‌ها داده نمی‌شود و در اکثر موارد حتی انجام هم نمی‌شود، در نتیجه، فرسایش خاک، شور و سدیمی شدن، لغزش زمین، بیابان–زایی و ... حاصل می‌شود.

پژوهش‌های بسیاری در زمینه تعیین تناسب سرزمین برای کشت محصولات گوناگون انجام شده است (کلانتری و همکاران ۲۰۱٤، مندل و همکاران ۲۰۰۵، ممتاز و همکاران ۲۰۰٦، اولایه و همکاران ۲۰۰۸). این پژوهش‌ها بیشتر به شکل سنتی و بر اساس روش سایز (۱۹۹۱) انجام می‌گیرند. در واقع، روش سایز به‌عنوان پایه و اساس پژوهش‌های تناسب سرزمین مورد استفاده قرار گرفته که این موضوع به‌طور ضمنی کارآیی قابل قبول روش مزبور را نشان می‌دهد .

در اکثر پژوهش‌های تناسب سرزمین براساس روش سایز (۱۹۹۱)، شاخص سرزمین[1] (LI) به همان صورتی که به‌دست آمده، و بدون تغییر مورد استفاده قرار گرفته که در واقع شاخص اصلاح‌نشده سرزمین[2]

[1]Land Index
[2]Uncorrected Land Index

(UCLI) نام دارد. این در حالی است که براساس روش ارایه شده توسط سایز (۱۹۹۱) این شاخص با توجه به مقدار عددی محدودکننده‌ترین عامل یا درجه کمینه (Rmin) باید تصحیح شود و به شاخص اصلاح‌شده سرزمین تبدیل گردد. علیرغم انجام تعداد زیادی پژوهش‌های تناسب سرزمین در ایران، متأسفانه به این مرحله از روش سایز، یعنی اصلاح شاخص‌های تناسب سرزمین، توجه چندانی نشده است و شاخص‌های اصلاح‌شده سرزمین به ندرت مورد استفاده قرار گرفته‌اند (مروج و همکاران ۲۰۱۸، ثروتی ۲۰۱۸، ثروتی و همکاران ۲۰۱۶، سیدجلالی و همکاران ۲۰۱٤).

باید خاطر نشان کرد که تناسب سرزمین از اقدامات ضروری و اساسی برای هرگونه استفاده از سرزمین است که نتایج آن باید به مسئولین و محققین اطلاع‌رسانی شود. نظر به مطالعات اندکی که در زمینه ارزیابی تناسب کیفی سرزمین برای زیتون با توجه به اقلیم، خاک و توپوگرافی در ایران و به ویژه در منطقه کرمان صورت پذیرفته است، و همچنین با توجه به اینکه میزان صحت و اعتبار شاخص‌های اصلاح‌شده سرزمین بررسی نشده، در پژوهش کنونی تلاش شده است نقش اقلیم در ارزیابی سرزمین و همچنین تناسب کیفی سرزمین جهت کشت زیتون براساس روش فائو در سه منطقه خانوک، بم و رابر ارزیابی گردد و همچنین میزان درستی و اعتبار روابط و یا تابع‌هایی که برای اصلاح شاخص تناسب سرزمین توسط سایز و همکاران (۱۹۹۱) ارائه شده‌اند، بررسی گردد و با انجام شبیه‌سازی، شاخص‌های اصلاح‌شده و اصلاح‌نشده مقایسه شوند.

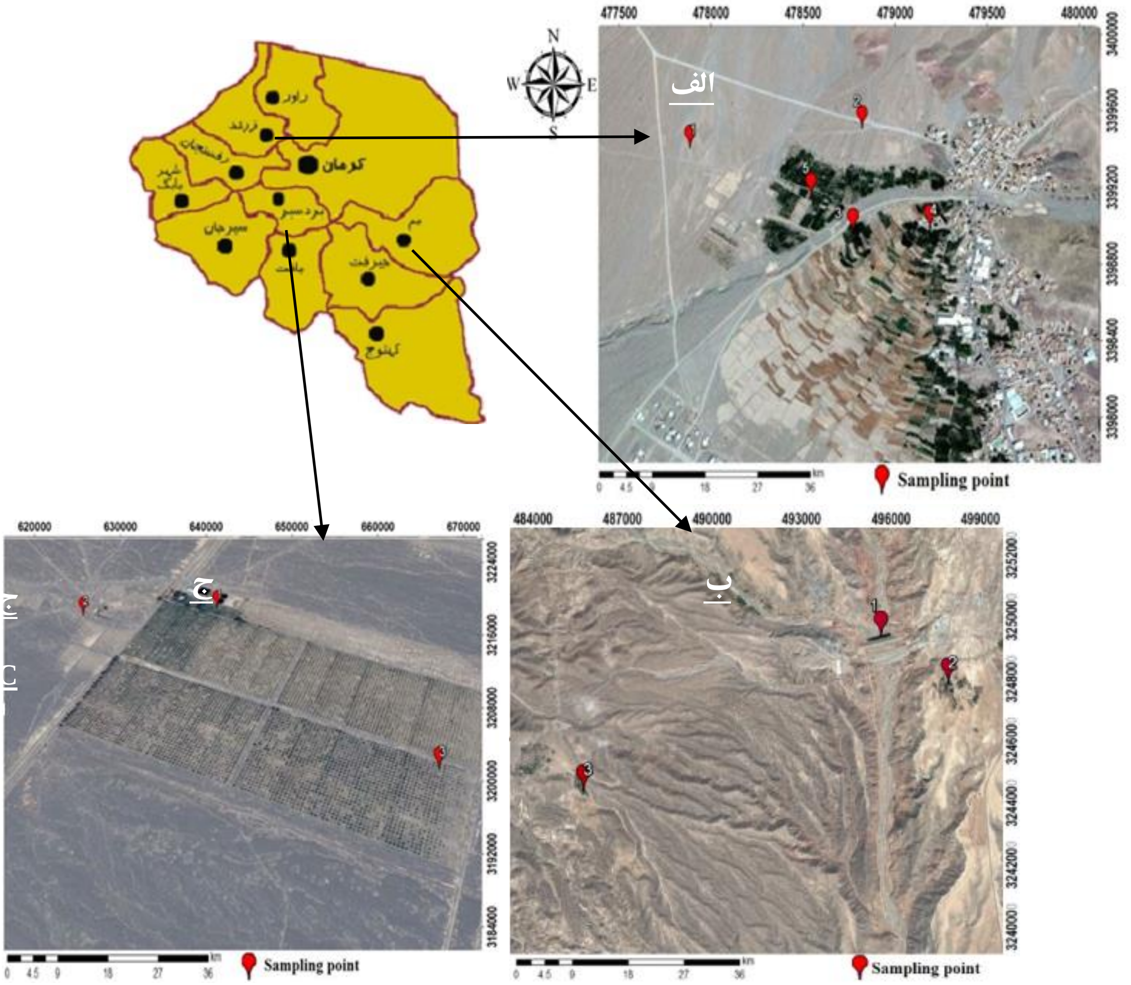
مواد و روش‌ها

معرفی مناطق مورد مطالعه و جمع‌آوری اطلاعات

در این پژوهش، سه منطقه خانوک با ۳۵ هکتار، بم ٦ تا ۷ هکتار و رابر با ٤۲ هکتار باغ زیتون انتخاب شدند. شهر خانوک در محدوده جغرافیایی ٥٦ درجه و ٤٦ دقیقه تا ٥٦ درجه و ٤۷ دقیقه طول جغرافیایی و ۳۰ درجه و ٤۲ دقیقه تا ۳۰ درجه و ٤۳ دقیقه عرض جغرافیایی و در جنوب‌شرقی شهرستان زرند واقع شده است (شکل ۱-الف). بر اساس اطلاعات اقلیمی ایستگاه هواشناسی زرند این منطقه دارای اقلیمی نیمه خشک، معتدل تا خنک می‌باشد. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک به ترتیب اریدیک و ترمیک می‌باشد. متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۹/٦ میلی‌متر، متوسط دمای سالیانه ۱۷ درجه سانتی‌گراد و ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۹٤۰ متر می‌باشد (بی نام۲۰۰۳).

شهر بم در محدوده جغرافیای ٥۷ درجه و ٤۳ دقیقه تا ٥۹ درجه و ۳٤ دقیقه طول شرقی و ۲۸ درجه و ۰٥ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۰۰ دقیقه عرض شمالی و در جنوب‌شرقی استان کرمان واقع شده است (شکل ۱-ب). شهر بم به علت موقعیت دشتی و واقع شدن در حاشیه کویر لوت دارای اقلیم گرم و خشک و رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی هایپرترمیک است. طبق آمار اقلیمی ایستگاه سینوپتیک بم، متوسط دمای سالیانه این شهر ۲۲/۸ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی سالیانه ٦۲/۳ میلی متر و ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۰۷۳ متر می‌باشد (بی نام۲۰۰۳).

شهر رابر در جنوب غربی استان کرمان و در محدوده جغرافیایی ٥٦ درجه و ٤٥ دقیقه تا ٥۷ درجه و ۱٦ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ٥٤ دقیقه تا ۲۹ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱-ج). براساس پهنه‌بندی اقلیمی استان کرمان، شهر رابر دارای آب و هوای نیمه-خشک، معتدل تا سرد می-باشد. این شهر دارای رژیم رطوبتی اریدیک و رژیم حرارتی ترمیک است. متوسط بارندگی سالیانه ۳٤۱/۲ میلی‌متر، متوسط دمای سالیانه ۱٤/۲ درجه سانتی‌گراد و ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۲۲۸۰ متر می‌باشد (بی نام۲۰۰۳).



شکل ۱- موقعیت مناطق مورد مطالعه و پراکنش نقاط نمونه‌برداری در منطقه خانوک (الف)، بم (ب) و رابر (ج)

ابتدا با استفاده از تصاویر گوگل ارث، نقشه زمین-شناسی منطقه مطالعاتی به مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و مطالعات میدانی، تغییرات زمین‌شناسی، ژئومرفولوژی و خاکشناسی در مناطق زیرکشت زیتون بررسی گردید. سپس براساس سطح زیرکشت زیتون و نتیجه مشاهدات میدانی، تعدادی خاکرخ شاهد در هر منطقه مطالعاتی (۵ خاکرخ در منطقه خانوک، ۳ خاکرخ در منطقه بم و سه خاکرخ در منطقه رابر) حفر، تشریح و نمونه‌برداری شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شامل بافت خاک به روش هیدرومتر (بویوکاس ۱۹۶۲)، pH گل اشباع (ریچاردز ۱۹۵٤)، هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع خاک (رودز ۱۹۸۲)، کربنات کلسیم معادل (پیج و همکاران ۲۰۰٤)، گچ (کلوت ۱۹۸٦)، کربن آلی (نلسون و سامرز ۱۹۸۲)، ظرفیت تبادل کاتیونی (پیج و همکاران ۱۹۹۲) و سدیم تبادلی (توماس ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد.

ارزیابی تناسب سرزمین

در تحقیق حاضر، برای ارزیابی سرزمین تحت کشت زیتون براساس چارچوب فائو عمل شد و روش-های محدودیت ساده، تعداد و شدت محدودیت، روش پارامتریک بکار برده شد (سایز و همکاران ۱۹۹۱). جدول ۱ طبقات گوناگون روش فائو (سایز و همکاران ۱۹۹۱) و ویژگی‌های هر طبقه را نشان می‌دهد.

از مهمترین مراحل ارزیابی، تعیین تناسب اقلیمی و تناسب خاک و توپوگرافی منطقه مورد مطالعه است. برای تحلیل اقلیم محدوده‌های مورد مطالعه، از آمار

اقلیمی ایستگاه سینوپتیک شهرستان‌های مورد نظر استفاده گردید. خصوصیات اقلیمی لازم جهت ارزیابی تناسب اقلیم برای کشت زیتون، میانگین درجه حرارت سالانه (بر حسب درجه سلسیوس) و متوسط حداقل دمای مطلق در سردترین ماه سال (بر حسب درجه سلسیوس) است و در بخش ارزیابی تناسب خاک و توپوگرافی، ویژگی‌های پستی و بلندی و خاک بر طبق جداول نیازهای خاک و توپوگرافی برای کشت زیتون (سایز و همکاران ۱۹۹۱) از جمله شیب منطقه، وضعیت فرسایش و زهکشی و ویژگی‌های خاک شامل بافت و ساختمان خاک، درصد سنگریزه، EC، pH، درصد گچ و عمق خاک تعیین می‌شوند.

جدول ۱-ویژگی‌ها و معیارهای تعیین کلاس‌های تناسب سرزمین.

سطح رده‌بندی		شرح	مقدار شاخص سرزمین		تعداد و شدت محدودیت	درجه محدودیت
رده	کلاس		بیشینه	کمینه		
S	S1	مناسب	۱۰۰	۷۵	بدون محدودیت یا تنها با چهار محدودیت کم	۱۰۰-۸۵
	S2	نسبتاً مناسب	۷۵	۵۰	بیش از چهار محدودیت کم و یا سه محدودیت متوسط	۸۵-۶۰
	S3	تناسب بحرانی	۵۰	۲۵	بیش از سه محدودیت متوسط و یا یک یا دو محدودیت شدید	۶۰-۴۰
N	N1	نامناسب موقت	۲۵	۱۲/۵	محدودیت‌های خیلی شدید قابل اصلاح	۴۰-۲۵
	N2	نامناسب همیشگی	۱۲/۵	۰	محدودیت‌های خیلی شدید غیر قابل اصلاح	۲۵-۰

در مرحله بعد، نیازهای اقلیمی، خاک و پستی و بلندی تیپ بهره‌وری از سرزمین به‌طور جداگانه و با استفاده از جداول نیازهای گیاهان که توسط سایز و همکاران (۱۹۹۱) ارائه شده، مقایسه می‌گردد و با ویژگی‌های سرزمین مطابقت داده می‌شوند. در نهایت، کلاس‌های سرزمین با روش‌های محدودیت ساده، تعداد و شدت محدودیت و پارامتریک (استوری و ریشه دوم) تعیین می‌گردد. در تمامی این روش‌ها ابتدا ویژگی‌های اقلیمی کلاس‌بندی می‌شوند و سپس ویژگی‌های خاک و پستی و بلندی کلاس‌بندی می‌گردند.

پس از تعیین خصوصیات اقلیمی مناطق مورد مطالعه که با توجه به جدول نیازهای اقلیمی درخت زیتون (سایز و همکاران ۱۹۹۱) تعیین می‌گردد، شاخص اقلیمی تعیین گردید. در روش محدودیت ساده، ویژگی‌های سرزمین با نیازهای تیپ‌های بهره‌وری از سرزمین مقایسه می‌شوند و کلاس تناسب نهایی براساس ویژگی‌هایی با کلاس تناسب کمتر تعیین می‌گردد. روش شدت و تعداد محدودیت، کلاس سرزمین را مطابق با تعداد و شدت محدودیت‌ها بیان می‌کند. در روش پارامتریک برای هر ویژگی سرزمین، درجه‌بندی عددی انجام می‌شود و براساس شدت محدودیت‌ها، عددی بین ۱۰۰-۰ به آنها اختصاص داده می‌شود. بعد از اینکه هر کدام از ویژگی‌های سرزمین درجه‌بندی شد از آن برای تعیین شاخص سرزمین استفاده می‌شود. از دو معادله استوری و ریشه دوم برای محاسبه شاخص سرزمین استفاده گردید که به ترتیب در معادله‌های (۱) و (۲) ارائه شده‌اند.

روش استوری:

$$LI = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \ldots \quad [۱]$$

LI= شاخص سرزمین

A، B، C و ... = درجه هر کدام از ویژگی‌های سرزمین

روش ریشه دوم:

$$LI = Rmin \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \ldots} \quad [۲]$$

LI= شاخص سرزمین

Rmin= کمترین درجه بین ویژگی‌های مختلف

A، B، C، ... = درجه‌های دیگر ویژگی‌ها

برای تعیین کلاس‌های پایانی تناسب سرزمین از جدول ۱ استفاده می‌شود. در پایان، با در نظر گرفتن کلاس اقلیمی بدست آمده و کلاس هریک از ویژگی‌های خاک و پستی و بلندی، کلاس پایانی سرزمین و شاخص سرزمین به‌دست آمد.

از نظر ریاضی، روش استوری (معادله ۱) در مقایسه با روش خیدیر (معادله ۲) معمولاً نتایج را بدتر از واقعیت نشان می‌دهد؛ زیرا در روش استوری، عمل ضرب، پی در پی در عددی کوچکتر از یک انجام می‌شود و نتیجه نهایی با عدد کوچکتری حاصل می-شود که نتیجه را از واقعیت بدتر نشان می‌دهد (باقری بداغ‌آبادی ۲۰۱۱). در حالیکه در روش خیدیر از حاصل‌ضرب درجه‌ها، جذر گرفته می‌شود و تا حدی این مشکل تعدیل می‌گردد؛ منتهی همچنان مشکل اصلی باقی می‌ماند و با افزایش تعداد عوامل دارای محدودیت، شاخص تناسب به‌طور غیرمعقولی کاهش می‌یابد. به‌منظور رفع این مشکل، سایز و همکاران (۱۹۹۱) توابعی را برای اصلاح شاخص تناسب به‌دست آمده ارائه دادند (جدول ۲). روابط ارایه‌شده توسط سایز برای کلاس‌های N1 و N2 تا حد زیادی می‌تواند گمراه‌کننده باشد؛ چرا که این شاخص براساس روش ارایه شده توسط سایز و همکاران (۱۹۹۱)، با توجه به مقدار عددی محدودکننده‌ترین عامل یا درجه کمینه (Rmin) تصحیح می‌شود و به شاخص اصلاح‌شده سرزمین تبدیل می‌گردد. از آنجا که شاخص‌های تناسب سرزمین، عددهایی در بازه [۰، ۱] و یا [۰، ۱۰۰] درصد هستند، شاخص‌های اصلاح‌شده نیز باید در این بازه قرار بگیرند. این موضوع تنها در صورتی امکان‌پذیر است که روابط یا تابع‌های ارایه‌شده برای اصلاح شاخص سرزمین، در دامنه‌های تعریف‌شده مربوط به هر یک از کلاس‌های سرزمین (S1 تا N2) و همچنین در کل دامنه درجه تناسب سرزمین، یعنی از صفر تا ۱۰۰، پیوسته باشند. توابعی که به‌منظور اصلاح شاخص سرزمین ارایه شده‌اند، از دیدگاه ریاضی باید در همه نقاط دارای پیوستگی باشند تا سبب از دست رفتن برخی از اعداد و از دست رفتن کلاس تناسب مربوط به آن اعداد نشوند. روابط ارایه¬شده توسط سایز، در نقطه مرزی برای رده N (نامناسب) پیوسته نیستند. بنابراین، امکان جداسازی کلاس‌های N1 و N2 را ندارند و در محاسبه این کلاس‌ها به‌شدت با مشکل همراه هستند (باقری بداغ آبادی ۲۰۲۱). از آنجا که در کلاس N1 امکان بهبود کلاس تناسب وجود دارد و برای کلاس N2 یا این امکان وجود ندارد و یا مقرون به صرفه نیست، جداسازی آنها از یکدیگر دارای اهمیت می‌باشد و باید روابط ارایه شده توانایی این جداسازی را داشته باشند. بنابراین در پژوهش حاضر، بر اساس داده‌های واقعی اقدام به بررسی تابع‌های ارایه‌شده توسط سایز و همکاران (۱۹۹۱) و تابع پیشنهاد شده توسط باقری بداغ‌آبادی (۲۰۲۱) برای اصلاح شاخص تناسب سرزمین شد. همه محاسبات مورد نیاز با استفاده از نرم‌افزار اکسل (نسخه ۲۰۱۰) انجام شدند.

جدول ۲- رابطه‌های اصلاح شاخص سرزمین و ویژگی‌های مربوطه برای هر کلاس.

روش	کلاس	دامنه LI#	Rmin		UCLI++		رابطه	دامنه CLI+
			کمینه	بیشینه	کمینه	بیشینه		
استوری	S1	[۷۵،۱۰۰]	۸۵	۱۰۰	۴۳	۱۰۰	75 + (**SLI* –43) × 0.439	[۷۵،۱۰۰]
	S2	[۵۰،۷۵]	۶۰	۸۵	۱۰	۸۵	50 + (*SLI* –10) × 0.333	[۵۰،۷۵]
	S3	[۲۵،۵۰]	۴۰	۶۰	۱	۶۰	25 + (*SLI* –1) × 0.424	[۲۵،۵۰]
	N1	[۱۲/۵،۲۵]	۲۵	۴۰	۰	۴۰	*SLI* × 0.625	[۰،۲۵]
	N2	[۰ ،۱۲/۵]	۰	۲۵	۰	۲۵	*SLI*	[۰،۲۵]
خیدیر	S1	[۷۵،۱۰۰]	۸۵	۱۰۰	۶۰	۱۰۰	75 + (***SQLI* – 60) × 0.625	[۷۵،۱۰۰]
	S2	[۵۰،۷۵]	۶۰	۸۵	۲۴	۸۵	50 + (*SQLI* – 24) × 0.410	[۵۰،۷۵]
	S3	[۲۵،۵۰]	۴۰	۶۰	۵	۶۰	25 + (*SQLI* – 5) × 0.445	[۲۵،۵۰]
	N1	[۱۲/۵،۲۵]	۲۵	۴۰	۰	۴۰	*SQLI* × 0.625	[۰،۲۵]
	N2	[۰ ،۱۲/۵]	۰	۲۵	۰	۲۵	*SQLI*	[۰،۲۵]
پیشنهادی توسط باقری	N1	[۱۲/۵،۲۵]	۲۵	۴۰	۰	۴۰	12.5 + *SLI* × 0.313	[۱۲/۵،۲۵]
	N2	[۰ ،۱۲/۵]	۰	۲۵	۰	۲۵	0.5 × *SLI*	[۰ ،۱۲/۵]
بداغ‌آبادی (۲۰۲۱)	N1	[۱۲/۵،۲۵]	۲۵	۴۰	۰	۴۰	12.5 + *SQLI* × 0.314	[۱۲/۵،۲۵]
	N2	[۰ ،۱۲/۵]	۰	۲۵	۰	۲۵	0.5 × *SQLI*	[۰ ،۱۲/۵]

#: Land Index; *: Storrie LI; **: Square root LI; +: Corrected LI; ++: Uncorrected LI.

نتایج و بحث

به منظور ارزیابی تناسب سرزمین نخست تناسب اقلیمی تعیین گردید. در مناطق مورد مطالعه نتایج تناسب اقلیمی برای محصول زیتون در جدول ۳ نشان داده شده است. براساس نتایج، تأثیرگذارترین محدودیت اقلیمی در مناطق بم و رابر، میانگین دمای سالانه می‌باشد که سبب می‌شود این منطقه از نظر اقلیمی دارای تناسب متوسط شود و در کلاس S2 قرار گیرد. لیکن منطقه خانوک از نظر اقلیمی محدودیت چندانی ندارد و در کلاس S1 قرار دارد. همانطور که دیده می‌شود هم بر اساس روش استوری و هم روش خیدیر درجه اقلیمی برای بم و رابر در کلاس S2 و برای خانوک در کلاس S1 قرار دارد، هرچند که مقدار درجه اقلیمی برای روش استوری کوچکتر از روش خیدیر به دست آمد. بر اساس نتایج تناسب اقلیمی می‌توان گفت در دو منطقه بم و رابر حتی اگر هیچ محدودیت دیگری اعم از خاکی و ناهمواری‌ها هم وجود نداشته باشد، کلاس تناسب پایانی بهتر از S2 نخواهد بود.

بر اساس روش محدودیت ساده و تعداد و شدت محدودیت‌ها عامل اصلی محدودیت، زیاد بودن میزان سنگریزه، عمق خاک، پایین بودن میزان ظرفیت تبادل کاتیونی ظاهری در خاکرخ‌های ۱، ۲، ۳ و ۵ منطقه خانوک بوده، در حالیکه در خاکرخ شماره ٤ منطقه خانوک، محدودیت اصلی شیب وجود دارد. در منطقه بم، محدودیت شوری زیاد در خاکرخ‌های مورد مطالعه تشخیص داده شد و در منطقه رابر، شیب زیاد و سنگریزه‌ای بودن مناطق تحت کشت به عنوان محدودیت‌های اصلی کشت زیتون شناخته شدند. جدول ٤ نتایج ارزیابی تناسب سرزمین برای زیتون با روش های محدودیت ساده، تعداد وشدت محدودیت و عددی (استوری و خیدیر) با شاخص اصلاح شده و اصلاح نشده در مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود نتایج روش‌های گوناگون با هم متفاوت هستند. لیکن می‌توان گفت بجز نتایج روش استوری با شاخص تصحیح نشده که به شدت اعداد کوچکی را نشان می‌دهد و در همه مناطق کلاس نامناسب را نشان می‌دهد، روش‌های دیگر در برخی

موارد نتایج مشابهی داشته‌اند. همانطور که بیان شد روش استوری نسبت به خیدیر معمولاً نتایج را بدتر از واقعیت نشان می‌دهد؛ چرا که عمل ضرب، پی در پی در عددی کوچکتر از یک انجام می‌شود (باقری بداغ‌آبادی ۲۰۱۱). صرف نظر از نتایج شاخص اصلاح شده، نتایج روش تعداد و شدت محدودیت با روش محدودیت ساده هماهنگی بیشتری نشان می‌دهند. این نتایج همراستا با مطالعات علمداری و امینی‌فر (۲۰۱۶) و هاشمی و کیانی (۲۰۱۸) می‌باشد.

جدول ۳- نتایج تناسب اقلیمی برای زیتون در مناطق مورد مطالعه.

پارامتر	ویژگی	دوره زمانی	مقدار	درجه (درصد)	کلاس
خانوک	میانگین دمای سالانه	سالانه	۱۷	۹۷/۵	S1
	متوسط حداقل دمای سردترین ماه	سالانه	-۲/۸	۹۱	S1
	درجه اقلیمی (روش خیدیر)			۹٦/۹	S1
	درجه اقلیمی (روش استوری)			۹٦/۵	S1
بم	میانگین دمای سالانه	سالانه	۲۲/۸	۷۰	S2
	متوسط حداقل دمای سردترین ماه	سالانه	-۵	۷۲/۵	S2
	درجه اقلیمی (روش خیدیر)			۷۰/۲	S2
	درجه اقلیمی (روش استوری)			٦۲/۳	S2
رابر	میانگین دمای سالانه	سالانه	۱٤/۲	٦۵	S2
	متوسط حداقل دمای سردترین ماه	سالانه	-۳	۹۰	S2
	درجه اقلیمی (روش خیدیر)			۷۱/٦	S2
	درجه اقلیمی (روش استوری)			٦۹/۳	S2

از بین دو روش تعداد و شدت محدودیت و روش محدودیت ساده با در نظر گرفتن عملکرد واقعی نتایج تا حدی بحث برانگیز می‌شوند، بدان معنی که گاه نتایج روش محدودیت ساده و گاه روش تعداد و شدت محدودیت منطقی‌تر به نظر می‌رسد. برای نمونه در حالی که برای خاکرخ شماره ۲ با مقدار عملکرد ۱٦ تن در هکتار، هر دو روش کلاس S2 دارند، برای خاکرخ ۵ با عملکرد ۱۵ تن در هکتار، کلاس تناسب سرزمین با روش تعداد و شدت برابر S3 شده است. از طرف دیگر برای خاکرخ شماره ۱۰ با ۷ تن در هکتار عملکرد، کلاس تناسب برای روش محدودیت ساده همچنان S2 است و این در حالی می‌باشد که برای خاکرخ‌های ۳ و ٤ به ترتیب با ۱۰ و ۹ تن عملکرد، هر دو روش کلاس S3 را نشان می‌دهند. هرچند ممکن است برخی از این تفاوت‌ها به دلیل نوع و کیفیت مدیریت کشاورزان باشد، اما برخی تفاوت‌ها را می‌توان در روش مورد نظر جستجو کرد. برای نمونه خاکرخ‌های ۲ و ۵ به ترتیب دارای ۲ و ٤ محدودیت متوسط یا S2 و در همه ویژگی‌های دیگر بدون محدودیت یا محدودیت کم (S1) می‌باشند. در خاکرخ ۵ مقدار مواد آلی و عمق به ترتیب ۰/۳ و ۲۵ سانتی‌متر کمتر از خاکرخ ۲ است و به همین دلیل سبب شده است دو محدودیت S2 بیشتر از خاکرخ ۲ داشته باشد؛ لیکن همانطور که دیده می‌شود تفاوت مقادیر این دو ویژگی آنقدر زیاد نیست که تولید محصول را به طور قابل ملاحظه تغییر بدهد. به همین دلیل عملکرد خاکرخ‌های ۲ و ۵ به ترتیب ۱٦ و ۱۵ تن در هکتار بوده است که تفاوت چندانی با هم ندارند. اما در روش تعداد و شدت محدودیت چون خاکرخ ۵ دارای ٤ محدودیت S2 می‌باشد کلاس تناسب برای آن برابر S3 شده است ولی در روش محدودیت ساده کلاس همچنان همان S2 باقی می‌ماند.

جدول ۴- ارزیابی تناسب سرزمین برای زیتون به روش‌های محدودیت ساده، تعداد و شدت محدودیت و عددی (استوری و خیدیر) با شاخص اصلاح نشده و شاخص اصلاح شده در مناطق مورد مطالعه.

منطقه	خاکرخ	عملکرد (تن در هکتار)	تعداد و شدت محدودیت	محدودیت ساده	شاخص اصلاح نشده سرزمین				شاخص اصلاح شده سرزمین			
					استوری		خیدیر		استوری		خیدیر	
					شاخص	کلاس	شاخص	کلاس	شاخص	کلاس	شاخص	کلاس
خانوک	۱	۱۲	S3	S2	۲۲/۸	N1	۳٤/۵	S3	۳٤/۲	S3	۳۸/۱	S3
	۲	۱٦	S2	S2	۲٤/۷	N1	۳۷/۰	S3	۳۵/۱	S3	۳۹/۲	S3
	۳	۱۰	S3	S3	۱۷/٤	N1	۲۷/٦	S3	۳۱/۹	S3	۳۵/۱	S3
	٤	۹	S3	S3	۱۲/٤	N2	۲۵/۲	S3	۲۹/۸	S3	۳٤/۰	S3
	۵	۱۵	S3	S2	۲۲/۱	N1	۳٦/۳	S3	۳٤/۰	S3	۳۸/۹	S3
بم	٦	۰/۵	N2	N2	۱/۲	N2	۳/۲	N2	۱/۲ (۰/٦)*	N2	۳/۲ (۱/٦)	N2
	۷	۱	N2	N2	۲/۲	N2	۵/۰	N2	۲/۲ (۱/۱)	N2	۵/۰ (۲/۵)	N2
	۸	۲	N2	N2	۳/٤	N2	۸/۸	N2	۳/٤ (۱/۷)	N2	۸/۸ (٤/٤)	N2
رابر	۹	۵	S3	S3	۸/٤	N2	۱۹/۱	N1	۲۸/۱	S3	۳۱/۳	S3
	۱۰	۷	S3	S2	۹/۸	N2	۲۳/۱	N1	۲۸/۷	S3	۳۳/۰	S3
	۱۱	۷	S3	S3	۱۰/۲	N2	۲۳/۳	N1	۲۸/۹	S3	۳۳/۱	S3

*: اعداد داخل پرانتز مقادیر شاخص تناسب سرزمین براساس رابطه ارایه شده توسط باقری بداغ‌آبادی (۲۰۲۱) است

به طور کلی با وجود این تفاوت‌ها همانطور که بیان شد دو روش محدودیت ساده و تعداد و شدت محدودیت هماهنگی بیشتری را با هم نشان می‌دهند و تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای با روش استوری و خیدیر (با شاخص اصلاح نشده) بویژه در مناطق رابر و بم دارند. لیکن از بین دو روش خیدیر و استوری، روش خیدیر نسبت به روش استوری انطباق بیشتری با روش محدودیت ساده دارد که این دستاورد نیز با یافته‌های ایوبی و همکاران (۲۰۰۱) و جعفرزاده و زینلی (۲۰۰۵) همراستا می‌باشد.

از طرفی، بدون در نظر گرفتن شاخص اصلاح شده سرزمین، از بین چهار روش مورد استفاده همانطور که دیده می‌شود (جدول ٤) نتایج روش خیدیر نسبت به سه روش دیگر با عملکرد واقعی زیتون هماهنگی بیشتری را نشان می‌دهد. پژوهش‌های دیگر از جمله آزادی و باقرنژاد (۲۰۱۸)، جهانبازی و همکاران (۲۰۱٤)، ممتاز و همکاران (۲۰۰٦) و شهبازی و جعفرزاده (۲۰۰٤) نیز همین نتیجه را ارایه داده‌اند.

برای خاکرخ‌های ٦، ۷ و ۸ در همه روش‌ها نتایج یکسان حاصل شده و در همه روش‌ها کلاس N2 بدست آمده است. باقری بداغ‌آبادی (۲۰۲۰) با انجام شبیه‌سازی برای پنج میلیون حالت تصادفی نشان دادند که بیشترین انطباق بین روش‌های گوناگون ارزیابی تناسب سرزمین، برای کلاس N2 می‌باشد که با یافته‌های این پژوهش همخوانی دارد.

همانطور که پیش از این بیان شد در روش‌های عددی که توسط سایز ارایه شده است پیش از آنکه شاخص تناسب (که شاخص اصلاح‌نشده سرزمین[1] نام دارد) به کلاس تناسب تبدیل شود، باید شاخص اصلاح‌نشده با توجه به مقدار عددی محدودکننده‌ترین عامل یا درجه کمینه (Rmin) تصحیح شود و به شاخص

[1] Uncorrected land index

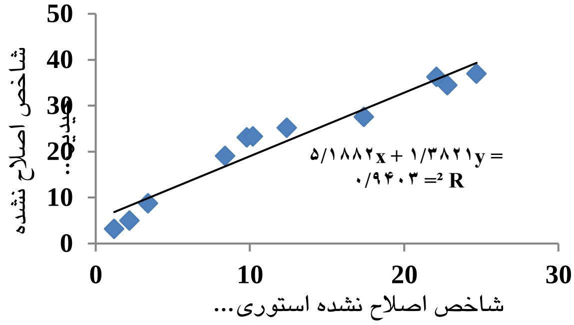
اصلاح‌شده سرزمین[1] تبدیل گردد، در غیراینصورت نتایج روش‌های گوناگون ارزیابی تناسب سرزمین تفاوت زیادی را با هم نشان می‌دهند، همانطور که یافته‌های این پژوهش نیز نشان می‌دهد (جدول ٤). براساس جدول ٤، برای دو روش عددی استوری و خیدیر با شاخص اصلاح نشده تفاوت نتایج بسیار زیاد است، لیکن نتایج همین مقایسه با استفاده از شاخص اصلاح شده سرزمین برای کلاس تناسب به طور کامل با همدیگر همخوانی دارند. شکل ۲ رابطه شاخص تناسب سرزمین را برای دو روش عددی استوری و خیدیر با شاخص اصلاح نشده نشان می‌دهد. در بسیاری از پژوهش‌های تناسب سرزمین که به طور معمول همان شاخص‌های اصلاح‌نشده سرزمین را استفاده کردند، نتایج روش‌های مختلف تناسب سرزمین با همدیگر اختلاف زیادی را نشان دادند (کلانتری و همکاران ۲۰۱٤، مندل و همکاران ۲۰۰۵، ممتاز و همکاران ۲۰۰٦، اولایه و همکاران ۲۰۰۸).

شکل ۳ رابطه شاخص تناسب سرزمین را برای دو روش عددی استوری و خیدیر با شاخص اصلاح شده نشان می‌دهد. همانطور که دیده می‌شود مقدار R^2 از ۰/۹٤ (برای شاخص اصلاح نشده) به ۰/۹۹۵ (برای شاخص اصلاح شده) افزایش یافته است. همراستا با این یافته‌ها، پژوهش‌های باقری بداغ‌آبادی (۲۰۲۰)، ثروتی (۲۰۱۸) و سیدجلالی و همکاران (۲۰۱٤) نشان دادند که با استفاده از شاخص اصلاح‌شده تا حد زیادی از اختلاف روش استوری و خیدیر کاسته می‌شود و بنابراین نتایج به دست آمده به هم نزدیکتر می‌گردند.

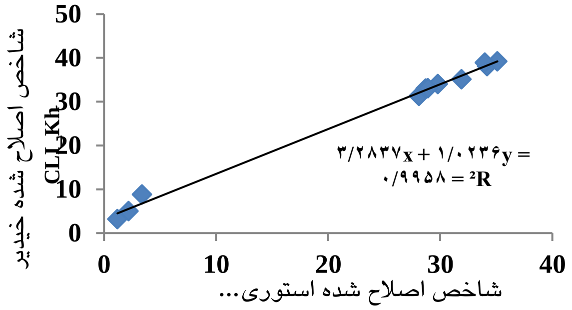
توابعی که توسط سایز و همکاران (۱۹۹۱) به منظور اصلاح شاخص سرزمین ارایه شده‌اند، از دیدگاه ریاضی باید در همه نقاط دارای پیوستگی باشند تا سبب از دست رفتن برخی از اعداد و پیرو آن از دست رفتن کلاس تناسب مربوط به آن اعداد نشوند. لیکن در روابط ارایه شده توسط سایز این پیوستگی در نقطه مرزی بین کلاس S3 و رده N (نامناسب) برقرار نیست. بنابراین، استفاده از روابط ارایه شده برای کلاس‌های N1 و N2 تا حد زیادی می‌تواند گمراه‌کننده باشد.

بنابراین، در پژوهش حاضر، روابط اصلاح شده برای کلاس‌های N1 و N2 توسط باقری بداغ‌آبادی (۲۰۲۱) مورد ارزیابی قرار گرفت و با روابط سایز مقایسه شدند. شکل ٤ رابطه شاخص تناسب سرزمین را برای دو روش عددی استوری و خیدیر با شاخص اصلاح شده با استفاده از روابط ارایه شده توسط باقری بداغ‌آبادی (۲۰۲۱) را نشان می‌دهد. همانطور که دیده می‌شود مقدار R^2 بیشتر شده و از ۰/۹۹۵ (برای روابط سایز) به ۰/۹۹۸ (برای روابط باقری بداغ‌آبادی) افزایش یافته است. هرچند با توجه به تعداد بسیار کم نمونه‌ها (تنها سه نمونه دارای رده نامناسب هستند) این تفاوت معنی‌دار نیست، اما می‌تواند زمینه را برای مطالعات بیشتر نمایان سازد.

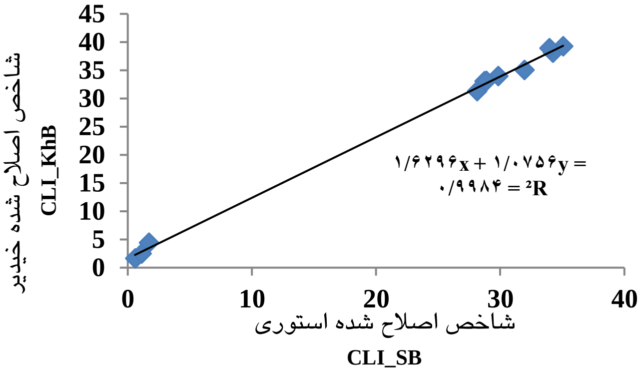
[1] Corrected land index



شکل ۲- رابطه شاخص تناسب سرزمین برای دو روش عددی استوری و خیدیر با شاخص اصلاح نشده.



شکل ۳-رابطه شاخص تناسب سرزمین برای دو روش عددی استوری و خیدیر با شاخص اصلاح شده با استفاده از روابط ارایه شده توسط سایز و همکاران (۱۹۹۱)



شکل ۴-رابطه شاخص تناسب سرزمین برای دو روش عددی استوری و خیدیر با شاخص اصلاح شده با استفاده از روابط ارایه شده توسط باقری بداغ‌آبادی (۲۰۲۱)

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج حاصل از تحقیق، استفاده از شاخص اصلاح‌شده سرزمین براساس روش سایز و همکاران (۱۹۹۱) و روابط ارائه شده توسط باقری بداغ-آبادی (۲۰۲۱) می‌تواند در تعیین صحیح و دقیق کلاس تناسب سرزمین بسیار موثر واقع شود. عدم توجه به اصلاح شاخص سرزمین (شاخص اصلاح‌نشده) به روش عددی در ارزیابی تناسب سرزمین می‌تواند منجر به نتایج گمراه‌کننده‌ای شود و تعیین صحیح کلاس تناسب سرزمین را تحت تاثیر قرار دهد. یافته‌های این پژوهش نشان داد تفاوت زیادی که در بسیاری از پژوهش‌ها بین روش‌های مورد استفاده برای ارزیابی تناسب سرزمین، بویژه در رویکرد عددی یا پارامتریک، به دست آمده است ناشی از بکارگیری شاخص اصلاح‌نشده سرزمین می‌باشد. نتایج تحقیق حاضر نشان داد با بکارگیری شاخص اصلاح‌شده براساس

روابط سایز و همکاران (۱۹۹۱) و روابط باقری بداغ-آبادی (۲۰۲۱) اختلاف بین نتایج روش‌های گوناگون کمتر می‌شود، به طوری که در اکثر موارد، نتایج روش استوری و خیدیر به هم نزدیک می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از تحقیق، منطقه خانوک در مقایسه با شهرستان بم و رابر دارای شرایط مناسب‌تری برای کشت زیتون بوده؛ از لحاظ اقلیمی فاقد هرگونه محدودیتی است و از لحاظ ویژگی‌های خاکی مناسب برای کشت زیتون در شرایط مساعدتری قرار گرفته است.

منابع مورد استفاده

Adhikari K and Hartemink AE, 2016. Linking soils to ecosystem services - A global review. Geoderma 262:101–111.

Alamdari P and Aminifar S, 2016. Land suitability classification of east Azerbaijan research station for tomato, potato, onion and bean. International Journal of Agriculture Management Development 6: 117-122.

Anonymous, 2003. Geographic Cultural Districts of Kerman Province-Zarand City. Geographic Organization of the Armed Forces Publications. 274p, (In Persian).

Ayoubi Sh, Jalalian A and Givi J, 2001. Qualitative land suitability evaluation for important agricultural crops of north Baraan region in Isfahan Province. Journal of Water and Soil Science 5(1): 57-76 (in Persian with English abstract).

Ayoubi Sh and Jalalian A, 2006. Land Evaluation (Agriculture and Natural Resources). Isfahan University of Technology Press. 396 p.

Azadi A and Baghernejad M, 2018. Qualitative land suitability assessment and estimating land production potential for main irrigated crops in northern of Fars province. Agriculture and Forestry 64 (4):263-276.

Bagheri Bodaghabadi M, 2011. Applied Land Evaluation and Land Use Planning. Pelk Publications. 392 p. (in Persian)

Bagheri Bodaghabadi M, 2021. Assessment of corrected land index in land suitability evaluation and adjusting its functions. Journal of Water and Soil 34(4):961-972 (in Persian with English abstract).

Bagheri Bodaghabadi M, 2020. The importance of correcting land indices in determining land suitability classes. Journal of Water and Soil 34:6. (In press) (in Persian with English abstract).

Bouyoucos GJ, 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of Soils. Agronomy Journal 54:464-465.

Chen L, Messing I, Zhang S, Fu B and Ledin S, 2003. Land use evaluation and scenario analysis towards sustainable planning on the Loess Plateau in China: Case study in a small catchment. Catena. 54:303-316.

Hashemi S and Kiani F, 2018. Qualitative land suitability evaluation for canola and sugar beet cultivations with FAO different methods (Gyan area, Hamedan province). Applied Soil Research 5(2):16-30 (in Persian with English abstract).

Jafarzadeh A and Zeinali M, 2005. Qualitative assessment of part of the Firooragh (Khoi) lands for potato, tomato and corn products, 9th Iranian Soil Science Congress, Soil Conservation and Watershed Management Research Center. Tehran, Iran.

Jahanbazi L, Jafarzadeh A, Shahbazi F and Momtaz H, 2014. Qualitative land suitability evaluation of Ahar Yakhfarvazan for sugar beet, onion and maize by simple limitation and parametric square root methods. Water and Soil Science 24(3):121-132. (in Persian with English abstract)

Kalantari Fard N, Farbodi M and Nazari N, 2014. Qualitative land suitability evaluation olive Gylankshh area Tarom, Zanjan province. National Conference on Chemical Clean, Middle Eastern, Islamic Azad University, Tehran, Iran (In Persian).

Klute A, 1986. Water retention: laboratory methods. p. 635-662. In: A. Klute (ed.) Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods. ASA Monograph Number 9.

Mandal DK, Mandal C and Venugopalan MV, 2005. Suitability of cotton cultivation in shrink-swell soils in Central India. Agricultural Systems 84:55- 75.

Momtaz H, Jafarzadeh, Neyshabouri, 2006. Qualitative evaluation of the proportion of arable land in Ahar city for some common cultivated crops in the region. Agricultural Science 16 (3):67-81. (in Persian with English abstract)

Moravej K, Delavar M and Najafi V, 2018. Importance of using modern irrigation methods in increase of employment and development of rural areas. Iranian Journal of Geographical Researches. 33 (2):175-190. (in Persian with English abstract)

Nasiri Sheshdeh AS and Alizadeh A, 2009. Evaluation of qualitative land suitability for a particular plant. Pp. 230-234.Fourth Regional Conference of New Ideas in Agriculture.

Nelson DW and Sommers LE, 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp. 539-579. In: Page et al. (ed.) Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties. ASA Monograph Number 9.

Olaleye AO, Akinbola GE, Marake VM, Molete SF and Mapheshoane B, 2008. Soil in suitability evaluation for irrigated lowland rice culture in Southwestern Nigeria: Managemental Implications for Sustainability. Communications in Soil Science and Plant Analysis 39:2920-2938.

Page AL, Miller RH and Kenney DR, 1992. Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and Mineralogical Properties, 2nd. Edn. SSSA Pub, Madison, p.1159.

Page SE, Wust RAJ, Wriss D, Rieley JO, Shotyk W Limin S, 2004. A record of late Pleistocene and Holocene carbon accumulation and implication for past, present and future carbon dynamics. Journal of Quaternary Science. 19: 625-635.

Rhoades JD, 1982. Soluble salts. In: Page et al. (ed.) Methods of Soil Analysis: Pp.167-179, Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Monograph Number 9 (Second Edition). ASA, Madison, WI.

Richards LA, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA, Handbook, 60. Washington, DC, USA.

Servati M, Momtaz H, Zali Vargahan B and Mohammadi H, 2016. Performance evaluation of corrected land indices to determine the potential of maize production using FAO method. Applied Soil Research, 3(1), 65-77. (in Persian with English abstract)

Servati M, 2018. ELECTRE Tri method performance on land suitability evaluation in Chalderan region for potato. Journal of Water and Soil Conservation. 25(1): 271-284 (in Persian with English abstract).

Seyed Jalali S, Sarmadian F and Shorafa M, 2014. Comparison of corrected and uncorrected land indices in parametric method of land suitability evaluation. Iranian Journal of Soil Research. 28(1): 127-141 (in Persian with English abstract).

Shahbazi F and Jafarzadeh A, 2004. Qualitative evaluation of landscapes of Mehr Bonab cluster production cooperative for wheat, barley, blfalfa, onion, sugar beet and corn". Agricultural Science 14(4):69-86 (in Persian with English abstract).

Sys C, Vanranst E and Debaveye J, 1991. Land Evaluation, part I, Principles in land evaluation and crop production calculations. International training center for post graduate soil scientists. Ghent University. Ghent. 274 pp.

Thomas GW, 1982. Exchangeable cations. Pp.159-165. In: Page et al. (ed.) Methods of Soil Analysis: Part 2. Chemical and Microbiological Properties. ASA Monograph Number 9.

Van Diepen CA, Van Keulen H and Wolf J, 1991. Land Evaluation: From Intuition to Quantification. Advances in Soil Science. Springer. P.204.