

## بررسی تناسب و قابلیت اراضی با استفاده از روش‌های پارامتریک در راستای دستیابی به توسعه پایدار

امید احمدی<sup>۱</sup>، پرینا علمداری<sup>۲\*</sup>، مسلم ثروتی<sup>۳</sup>، و تورج خوش‌زمان<sup>۴</sup>

### چکیده

امروزه به دلیل افزایش جمعیت، برنامه‌ریزی و ارزیابی توان اکولوژیکی اراضی از عوامل توسعه پایدار به حساب می‌آید. بر این اساس مطالعات ارزیابی تناسب اراضی از مهم‌ترین فرایندها در مدیریت منابع خاکی محسوب می‌شود. هدف از این پژوهش، تعیین کاربری اراضی و اولویت کشت برای محصولات زیتون، هلو و مرکبات است. منطقه مطالعاتی، شهرستان خداآفرین (آذربایجان شرقی) با وسعت تقریبی ۱۶۵۰۰ هکتار است. خاک‌های منطقه دارای رژیم حرارتی تریمیک و رژیم رطوبتی اریدیک هم‌مرز با زیرک بوده و در رده‌های اریدی‌سول و انتی‌سول طبقه‌بندی شدند. از نظر ژئومورفولوژی اراضی در لندفرم‌های دشت (آبرفتی، سیلابی، دامنه‌ای) و مخروط‌افکنه قرار دارند. برای دستیابی به اهداف ۱۱ واحد اراضی (نماینده ۱۱ سری غالب خاک) که از نظر ویژگی‌های مؤثر در رشد محصولات انتخابی شرایط متفاوتی داشتند، جداسازی شدند. براساس نتایج، اقلیم منطقه برای کشت زیتون و مرکبات نامناسب و برای هلو کاملاً مناسب بوده و مهم‌ترین محدودیت‌های خاکی برای رشد، شیب در دامنه‌ها، سیل‌گیری در سیلاب‌ها، آهک و سنگریزه زیاد است. کلاس‌های تناسب برآوردشده با روش‌های مختلف فائو نشان داد که ریشه دوم نسبت به استوری به‌طور نسبی نتایج مطلوب‌تری نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد که دلیل این امر در نظرگیری اثرات متقابل ویژگی‌های مؤثر در عملکرد محصولات و استفاده از قانون حداقل لیبیک و قراردادن کمترین ویژگی در خارج رادیکال باشد. تیپ بهره‌وری هلو به‌عنوان مناسب‌ترین محصول با توجه به شرایط اقلیم و ویژگی‌های زمین‌نما و خاک در منطقه مطالعاتی معرفی می‌شود و در اولویت کشت قرار دارد. نقشه قابلیت تناسب اراضی تهیه‌شده با GIS نیز مؤید این مطلب است؛ بنابراین ارزیابی قابلیت اراضی و مکان‌یابی اراضی مستعد به‌عنوان بخشی از آمایش سرزمین می‌تواند یک استراتژی به‌منظور اخذ تصمیم‌های مناسب در ارزیابی سرزمین، مطالعات زیست‌محیطی و برنامه‌ریزی در جهت حداکثرسازی بهره‌وری در قلمروهای جغرافیایی مختلف برای توسعه پایدار باشد.

جغرافیا و توسعه، شماره ۶۱، زمستان ۱۳۹۹

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۲/۱۲

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۱۴

صفحات: ۲۸-۵



واژه‌های کلیدی:

اولویت کشت، سامانه اطلاعات جغرافیایی، فائو، کاربری اراضی، محصولات باغی

### مقدمه

به‌نوبه خود استفاده صحیح و مدیریت منابع آب و خاک محدود در کشور را به‌عنوان یکی از عمده‌ترین مسائل کشاورزی ایران بیش‌ازپیش نمایان می‌سازد (اصغرزاده و همکاران، ۱۳۸۳: ۲۲۵). بر همین اساس، منابع اراضی و ارزیابی تناسب آن در راستای توسعه پایدار<sup>۵</sup>، نقش اصلی را در اثرگذاری سیاست‌های مدیریت اراضی و برنامه‌ریزی خواهند داشت (Coyle et al., 2016: 39)؛ بنابراین در چهارچوب توسعه پایدار، برای

در دهه‌های اخیر رشد فزاینده جمعیت موجب افزایش روبه‌رشد مصرف منابع و خسارت‌های غیرقابل‌جبران به منابع طبیعی به‌ویژه خاک و اراضی شده‌است (زاهدی، ۱۳۸۹: ۹). هم‌چنین به‌دلیل عدم‌شناخت کافی کاربران از زمین و خاک خود و برخی مشکلات زیربنایی، بیش‌از ۶۰ درصد از اراضی زیرکشت ایران در بخش کشاورزی فقیر بوده و حاصلخیز نیستند. این امر

omid.ahmadi@znu.ac.ir

p\_alamdari@znu.ac.ir

m.servati@urmia.ac.ir

t\_khoshzaman@znu.ac.ir

۱- دانشجوی دکتری؛ گروه علوم خاک؛ دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه زنجان؛ زنجان

۲- استادیار؛ گروه علوم خاک؛ دانشکده کشاورزی؛ دانشگاه زنجان؛ زنجان (نویسنده مسئول)

۳- استادیار، مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه

۴- دکترای فیزیک خاک، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی، استان زنجان

استفاده بهینه و پایدار و نیز بررسی جنبه‌های فیزیکی و اقتصادی، تلاش کرده‌اند شناخت بهتری از ویژگی‌های اراضی و عوامل اقلیمی و محیطی تأثیرگذار بر آن پیدا کنند؛ از جمله، مطالعه‌ای در جنوب شرق کرمان نشان داد بخشی از منطقه که دارای قابلیت کاربری کشاورزی است، برای گندم و یونجه در کلاس تناسب S2 و تمام منطقه برای خرما در کلاس‌های تناسب S1 و S2 قرار دارد (مروج، ۱۳۹۶: ۱۳۳). هم‌چنین مروج و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای دیگر نشان دادند که ۴۰٪ از اراضی آبی یک قزوین برای کاربری باغ و ۴۳٪ برای زراعت مناسب هستند (مروج و همکاران، ۱۳۹۶: ۹۳).

زینالی و همکاران (۱۳۹۵) نیز در دشت خوی آذربایجان غربی گزارش کردند، عمده واحدهای اراضی برای گندم و جو در کلاس خیلی مناسب و نسبتاً مناسب بوده و برای ذرت و آفتابگردان دارای کلاس نسبتاً مناسب و بحرانی هستند (زینالی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۵). امکان‌سنجی کشت زیتون در شهرستان بویراحمد گویای این واقعیت بود که مناطق غرب و شمال غرب و نیز محدوده‌هایی از قسمت‌های جنوبی در زمره مناطق با استعداد بسیار مناسب هستند (موغلی، ۱۳۹۳: ۴۳).

امکان‌سنجی اقلیمی کشت کلزا در استان کرمانشاه بررسی و نتایج به‌دست آمده نشان داد که حدود ۷۰٪ از اراضی دارای شرایط کاملاً مناسب و مناسب برای توسعه کلزا است (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۳: ۹۷).

پاکپور ربطی و همکاران (۱۳۹۲) نیز ارزیابی اراضی مستعد آذربایجان غربی را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که ۱۳۷۵ هکتار از اراضی دارای تناسب متوسط برای جو آبی و ۱۴۴۰ هکتار دارای تناسب بحرانی برای آفتابگردان و ذرت است (پاکپور ربطی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۷۲).

هم‌چنین ارزیابی اراضی مستعد در شهر تهران نشان داد که در سطح این استان ۶۳۰۰۹۴/۲ هکتار قابلیت

انجام فعالیت‌های کشاورزی و باغداری با نگاه سودآوری پایدار و رعایت موارد زیست‌محیطی، لازم است منابع اراضی و خاک، مورد مطالعه و بررسی قرار گیرند تا با توجه به آن‌ها، بتوان در مورد نوع کاربری موردنظر، نگهداری و مدیریت پایدار و اقتصادی آن تصمیم‌های مناسبی اتخاذ کرد که این روند در حوزه ارزیابی تناسب اراضی<sup>۱</sup> قرار دارد.

یکی از مهم‌ترین اهداف ارزیابی اراضی، پیش‌بینی نتیجه تغییرات در نوع استفاده از اراضی یا نحوه مدیریت اراضی است (مروج و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۷۷). ارزیابی تناسب اراضی را می‌توان، فرایند تعیین قابلیت و استعداد یک قطعه زمین مشخص برای تخصیص یک کاربری معین تعریف کرد. این فرایند بیان می‌کند که یک قطعه زمین واقع در یک محدوده تا چه اندازه با نیازمندی‌های یک نوع کاربری خاص مطابقت دارد؛ به‌نحوی که حداکثر کارایی را داشته‌باشد (قربانی و همکاران، ۱۳۹۲: ۷؛ طالعی و همکاران، ۱۳۹۱: ۳۶). تناسب اراضی شامل فرایند بررسی و گروه‌بندی واحدهای مختلف اراضی از نظر مناسب بودن آن‌ها با توجه به تیپ‌های بهره‌وری موردنظر است (Martin & Saha, 2009: 573). ارزیابی اراضی به‌عنوان قسمتی از فرایند آمایش سرزمین، یک روش تصمیم‌گیری است که کاربران اراضی را به نحوی هدایت می‌کند که ضمن تصحیح استفاده‌های نادرست از اراضی و منابع آن با کاهش دادن هزینه‌ها و افزایش سودآوری، باعث می‌شود تا اراضی به نحوی درست برای نسل‌های بعدی حفظ شوند. این برنامه‌ریزی می‌تواند به کاربران اراضی یا مؤسسات دولتی کمک کند تا اراضی را به‌نحوی مورد بهره‌برداری قرار دهند که مشکلات موجود کاهش یافته و اهداف اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی موردنظر شامل خودکفایی، توسعه و اشتغال‌زایی و هم‌چنین پایداری اراضی تأمین شود (ایوبی و جلالیان، ۱۳۹۴: ۵). پژوهشگران در زمینه ارزیابی تناسب اراضی به‌منظور

باغ، برای تعیین و مکان‌یابی مناطق کشت با کمترین ریسک و حداکثر بهره‌وری در قلمروهای جغرافیایی برای نیل به برنامه‌ریزی و توسعه پایدار در کشاورزی از اهمیت شایانی برخوردار است؛ از این رو، این پژوهش با هدف مکان‌یابی و ارزیابی تناسب واحدهای مختلف اراضی به منظور تعیین اولویت کشت و توسعه باغات زیتون، هلو و مرکبات و نیز بررسی صحت و دقت روش‌های ارزیابی تناسب اراضی براساس مؤلفه‌های اقلیمی و مشخصات اراضی، در منطقه خداآفرین (شمال شرقی آذربایجان شرقی) بود.

### مواد و روش‌ها

**موقعیت جغرافیایی و مشخصات منطقه مورد مطالعه**  
منطقه مورد مطالعه به وسعت حدود ۱۶۵۰۰ هکتار شامل اراضی پایاب سد خداآفرین در محدوده شهرستان خداآفرین - بخش خمارلو در استان آذربایجان شرقی است (شکل ۱). این منطقه در محدوده ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۳۰ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۱۸ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. با وجود سد بزرگ خداآفرین، جنگل‌ها و مراتع وسیع و اراضی مستعد کشاورزی، پایه اقتصاد این شهرستان کشاورزی و دامداری است و اکثر اهالی آن در این بخش مشغول به فعالیت هستند. ارتفاع تقریبی منطقه از سطح دریا ۵۵۰ متر است. براساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه اقلیم‌شناسی خمارلو بین سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۵ متوسط سالیانه دما ۱۴/۷ درجه سلسیوس اعلام شده است. میزان بارندگی سالیانه نیز بالغ بر ۲۸۱ میلی‌متر است. رژیم حرارتی منطقه ترمیک<sup>۱</sup> و رژیم رطوبتی اریدیک هم‌مرز با زیریک<sup>۲</sup> براساس نرم‌افزار JNSM<sup>۳</sup> است (Newhall & Berdanier, 1996, 1-13).

توسعه اراضی مستعد در جهت کشت درختان گردو وجود دارد (فلاحی و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۳). باقرزاده و همکاران (۱۳۹۱) اقدام به ارزیابی تناسب اراضی دشت مرکزی نیشابور برای محصول ذرت و پنبه کردند. نتایج نشان داد که مهم‌ترین عامل محدودیت شرایط اقلیمی است (باقرزاده و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۱).

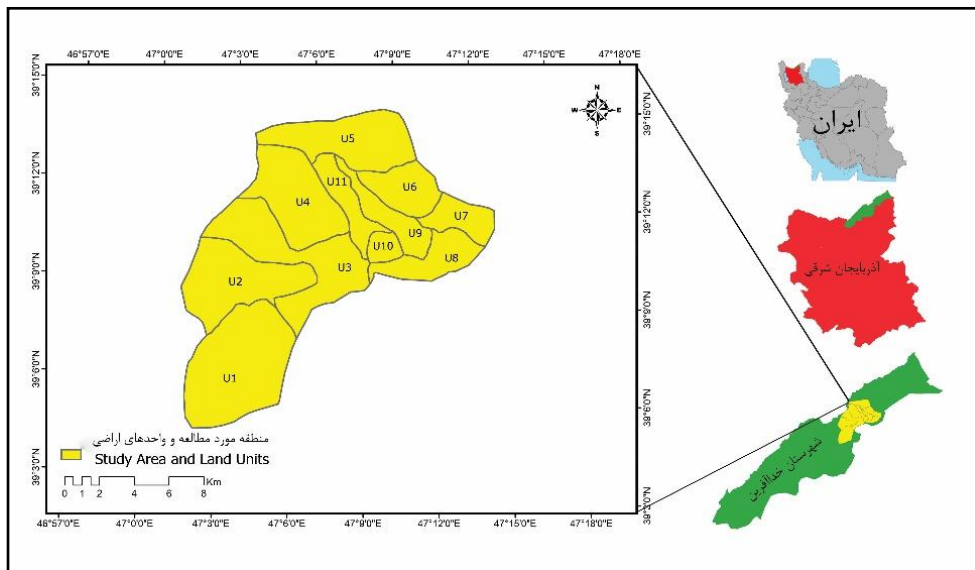
بررسی نواحی مستعد کشت گیاه صنعتی آفتابگردان در جلگه شرق گیلان نشان داد که مناطق جنوبی جلگه به مرکزیت جنوب لاهیجان تا درازلات و رامسر مناسب کشت گیاه آفتابگردان است (رضانی و کاظمی‌راد، ۱۳۸۶: ۱۲۷).

نتایج حاصل از مکان‌گزینی اراضی مستعد به منظور کشت بادام در آذربایجان شرقی مؤید وجود ۴ پهنه بسیارمطلوب، نسبتاًمطلوب، ضعیف و نامناسب برای کشت دیم بادام بود (یزدان‌پناه و همکاران، ۱۳۸۵: ۱۹۹). ال‌بارودی (۲۰۱۶) گزارش کرد که ۷۱/۴۴٪ از اراضی مصر برای گندم دارای کلاس تناسب S1 و S2 و حدود ۲۹٪ نیز در کلاس S3 و N بود (El Baroudy, 2016: 96). در نیجریه به علت وقوع سیل‌های فصلی و همچنین پایین بودن حاصل‌خیزی خاک، کلاس تناسب اراضی در شرایط فعلی برای کاربری ذرت دانه‌ای، بحرانی گزارش شد (Abagyeh et al., 2016: 50).

باقرزاده و منصوری (۲۰۱۴) نیز کلاس تناسب اراضی برای کشت و توسعه گندم در بخشی از اراضی شمال خراسان رضوی را S3 گزارش کردند (Bagherzadeh & Mansouri, 2014: 163). هم‌چنین یانگ و گلداسمیت (۱۹۷۷)، ارزیابی اراضی کشور در حال توسعه مالووی را مورد بررسی قرار داده و واحدهای مختلف اراضی و کلاس تناسب آن را برای استفاده‌های مختلف تعیین کردند (Young & Goldsmith, 1977: 407).

بنابراین با توجه به گسترش روزافزون جمعیت و نیاز به مواد غذایی، توجه به عوامل اقلیمی و محیطی مؤثر بر کشت و توسعه محصولات کشاورزی به‌ویژه زیربخش

1- hermic  
2-Aridic border to Xeric  
3-Java Newhall Simulation Model-Soil Climate Simulation Model



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی و واحدهای اراضی

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷

## زمین‌شناسی

براساس مطالعات و بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ چهارگوش اصلاندوز، نقشه زمین‌شناسی چهارگوش زیوه با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ و نقشه اطلس منابع آب ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ و نقشه ساینموتکتونیک با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰۰، به‌طور کلی سازندهای منطقه از لحاظ سنگ‌شناسی و لیتواستراتیگرافی در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب قدمت عبارت‌اند از:

الف) سازند آبشرون  $Q_{ap}$ : شامل ردیف‌هایی از رس، ماسه‌سنگ‌ریزه‌دار و خاکستر آتشفشانی هستند.

ب) سازند باکو  $Q_b$ : شامل ماسه لوماشلی، رس، مارن، سیلت و درون لایه‌های توفی است. آثار چین‌بندی مورب از خصوصیات ماسه‌سنگ‌های این واحد است.

ج) تشکیلات  $Q_c$ : شامل رسوبات افقی کنگلومرایی همراه با رس سیلتی و ماسه است که به‌طور افقی بر روی رسوبات قدیمی‌تر قرار گرفته است.

د) تشکیلات  $Q_{t1}$ : شامل رسوبات رسی و سیلتی همراه با ماسه و گراول هستند و اغلب از تخریب و ته‌نشست رسوبات قدیمی‌تر در منطقه به‌وجود آمده‌اند. اکثراً

زمین‌های کشاورزی را تشکیل می‌دهد.

ه) تشکیلات  $Q_{t2}$ : شامل تراسه‌های جوان رودخانه‌ای هستند که بیشتر در حاشیه بستر رودخانه‌های ارس و قرسو گسترش دارند. اکثراً زمین‌های مزروعی پیرامون را تشکیل می‌دهند.

ی) تشکیلات  $Q_{al}$ : شامل نهشته‌های عهد حاضر هستند.

## تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاکرها

تجزیه آزمایشگاهی نمونه‌های خاک اعم از آزمایشات اولیه و آزمایشات کامل براساس روش‌های متداول و استاندارد مورد تأیید و کاربرد مؤسسه تحقیقات خاک و آب، اندازه‌گیری شد. در این مطالعه، خاک‌ها براساس روش آمریکایی<sup>۱</sup> (Soil Survey staff, 2014: 107) رده‌بندی و سپس با روش طبقه‌بندی مرجع جهانی<sup>۲</sup> (Anonymous, 2014: 80) هماهنگ شدند. هم‌چنین برای تفکیک واحدهای فیزیوگرافی منطقه از راهنمای نشریه ۲۱۲ فائو<sup>۳</sup> (Mahler, 1970, 78) استفاده شد.

1-Keys to Soil Taxonomy, NRCS,USDA  
2-World Reference Base (WRB)  
3-FAO

## ارزیابی کیفی

## چارچوب انجام مطالعات ارزیابی

به فرایند انطباق و هماهنگی خصوصیات خاک، زمین و اقلیم با نیازهای یک یا چند نوع از کاربری‌های موردنظر، تناسب اراضی می‌گویند. ارزیابی کیفی تناسب اراضی شامل: ۱- جمع‌آوری اطلاعات لازم درباره مشخصات اراضی، ۲- تعیین نیازمندی‌های نوع کاربری اراضی، ۳- طبقه‌بندی کیفی تناسب اراضی با نیازمندی‌های نوع کاربری آن‌ها است (Sys et al, 1991a, Part I).

با توجه به این‌که منطقه مورد مطالعه خشک و نیمه‌خشک<sup>۱</sup> محسوب می‌شود، ویژگی‌های مورد استفاده در ارزیابی خصوصیات خاک و زمین‌نما<sup>۲</sup> شامل ۸ ویژگی بوده که شامل اقلیم (درجه اقلیمی)، متوسط (عمق - بافت - ذرات درشت‌تر از شن)، سیل‌گیری، شیب، آهک، گچ، شوری و قلیائیت است (Sys et al, 1991a, Part I, 72). به‌منظور ارزیابی و اظهارنظر جامع مؤلفه‌های اقلیم، خاک و زمین‌نما برای تیپ‌های بهره‌وری زیتون و مرکبات با استفاده از جداول مربوط به‌دست آمد (Sys et al, 1993, Part III).

هم‌چنین با توجه به عدم‌محاسبه نیازهای اقلیمی و خاکی برای تیپ بهره‌وری هلو ویژگی‌های موردنظر جمع‌آوری و مورد ارزیابی قرار گرفت.

## روش محدودیت ساده و تعداد و شدت

در مطالعه حاضر برای ارزیابی کیفی تناسب اراضی با استناد به چارچوب پیشنهادی فائو برای کشت محصولات آبی، ابتدا روش محدودیت ساده<sup>۳</sup> و تعداد و شدت محدودیت‌ها<sup>۴</sup> مورد استفاده قرار گرفت. در روش محدودیت ساده، نامطلوب‌ترین ویژگی یا کیفیت به‌عنوان کلاس نهایی اراضی شناخته می‌شود. در این روش تداخل و اثر متقابل بین ویژگی‌ها وجود ندارد، ولی دقت این روش زیاد نیست. در روش تعداد و شدت محدودیت‌ها، ابتدا براساس تعداد محدودیت‌های اقلیمی به‌وسیله جدول (۱)، شدت محدودیت اقلیمی تعیین می‌شود و درنهایت، این شدت محدودیت در ترکیب با محدودیت‌های دیگر اراضی در هم تلفیق شده و کلاس نهایی تناسب اراضی تعیین می‌شود. دقت این روش از محدودیت ساده بالاتر است.

جدول ۱: معیارهای لازم برای تعیین کلاس اقلیمی تناسب در روش تعداد و شدت محدودیت‌ها

کلاس	معیار	شدت محدودیت
S1	آب و هوا هیچ‌گونه محدودیتی ندارد	۰
S2	آب و هوا حداکثر دارای ۳ محدودیت کم است	۱
S3	آب و هوا با ۴ محدودیت کم یا حداکثر ۳ محدودیت متوسط	۲
S3	آب و هوا با ۴ محدودیت متوسط یا یک یا بیشتر محدودیت شدید	۳
N	آب و هوا دارای یک یا بیشتر محدودیت خیلی شدید	۴

مأخذ: Sys et al, 1991, Part II

1-Arid and Semi-Arid

2-Landscape

3-Simple limitation method

4-Number and intensity of limitations

## روش‌های پارامتریک

در ادامه روش‌های پارامتریک استوری<sup>۱</sup> (Storie) (1976: 4) و ریشه دوم<sup>۲</sup> (Khidir 1986: 101) برای تعیین کلاس‌های تناسب اراضی مورد استفاده قرار گرفتند. در روش استوری و ریشه دوم یک درجه کمی (عددی) به هر مشخصه زمین اختصاص داده می‌شود. اساس کار بدین صورت است که برای هر مشخصه از اراضی (اقلیم، خاک و زمین‌نما) یک ارزش عددی بین ۰ تا ۱۰۰ داده می‌شود (ارزش عددی ۱۰۰ برای زمانی

است که مشخصه موردنظر هیچ محدودیتی ایجاد نکند) که نشان می‌دهد در اثر محدودیت آن‌ها عملکرد چقدر کاهش می‌یابد و سپس با یک رابطه ریاضی (روابط استوری و ریشه دوم)، شاخص سرزمین (اراضی)<sup>۳</sup> به دست می‌آید (ایوبی و جلالیان، ۱۳۹۴: ۱۴۴). شاخص سرزمین تلفیقی از محدودیت‌های خاکی (شاخص خاک)<sup>۴</sup> و اقلیم است. ارتباط درجات با کلاس‌های تناسب اراضی و شدت محدودیت در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲: رابطه درجات محدودیت با کلاس‌های تناسب اراضی در روش پارامتریک

کلاس تناسب اراضی	شدت محدودیت	میزان محدودیت	درجه محدودیت
S1	۰	بدون محدودیت	۱۰۰-۹۵
S1	۱	محدودیت کم	۹۵-۸۵
S2	۲	محدودیت متوسط	۸۵-۶۰
S3	۳	محدودیت شدید	۶۰-۴۰
N1	۴	محدودیت خیلی شدید (قابل اصلاح)	۴۰-۲۵
N2	۴	محدودیت شدید (غیرقابل اصلاح)	۲۵-۰

مأخذ: Sys et al, 1993

لازم به ذکر است، روش ریشه دوم برطبق قانون حداقل لیبیگ<sup>۵</sup> محدودکننده‌ترین مشخصه را در خارج از رادیکال قرار داده و از سایر درجات تناسب ویژگی‌ها جذر می‌گیرد که باعث کاهش اثرات متقابل فاکتورها می‌شود. مطابق با این قانون مشخصه‌ای از اراضی که در حداقل مقدار خود قرار دارد، محدودکننده‌ترین عامل است؛ بنابراین می‌توان از آن برای یافتن فاکتورهای محدودکننده اراضی استفاده کرد (باقری‌بداغ‌آبادی، ۱۳۹۰: ۱۱۶).

## خصوصیات اقلیمی

به‌طور کلی اقلیم یک منطقه، متوسط وضعیت هوا در آن منطقه است و دسترسی به متوسط وضعیت هوا در یک مکان خاص، نیازمند یک سری اطلاعات درازمدت

با تلفیق درجات خصوصیات مختلف، شاخص اراضی با استفاده از روش استوری (4: Storie, 1976)، به شرح رابطه (۱) به دست آمد:

$$I = A \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100} \times \dots \quad (1)$$

I: شاخص اراضی. A, B, C, D درجات اختصاص داده شده به خصوصیات اراضی است. شاخص اراضی براساس روش ریشه دوم (Khidir, 1986: 101) نیز از رابطه (۲) محاسبه شد:

رابطه (۲)

$$I = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100} \times \frac{D}{100} \times \dots}$$

I: شاخص اراضی. Rmin: درجه حداقل مربوط به خصوصیات زمین. A, B, C و... سایر درجه‌ها به غیر از خصوصیت با درجه حداقل.

- 1-Storie method
- 2-Square root method (Khiddir)
- 3-Land Index
- 4-Soil Index
- 5- Liebig

توسعه و کشت محصولات انتخابی بود؛ از این رو در مطالعه حاضر محدودکننده ترین عوامل آب و هوایی در منطقه مورد مطالعه شامل درجه حرارت و رطوبت نسبی بوده که مقدار متوسط آن‌ها در دوره آماری مربوط (۲۰۱۵-۱۹۸۹) و براساس اطلاعات هواشناسی ایستگاه اقلیم‌شناسی خمارلو (نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه) محاسبه شد. در جدول (۳) متوسط ویژگی اطلاعات هواشناسی منطقه مورد مطالعه نمایش داده شده است.

هواشناسی است (سلیقه و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۰۲). در مطالعه حاضر این اطلاعات حداکثر در ۴ گروه نزولات جوی، حرارت، رطوبت نسبی و تابش خورشیدی تقسیم می‌شوند (گیوی، ۱۳۷۶: ۲۰). شایان ذکر است چون فرض بر این است که نیاز آبی محصولات مورد نظر تماماً به وسیله آبیاری تأمین می‌شود، خصوصیت بارندگی یا نزولات جوی لحاظ نشد. هم‌چنین ارزیابی تابش خورشیدی نیز مؤید مطلوب بودن شرایط طول روز و ساعات آفتابی واقعی به منظور

جدول ۳: متوسط ویژگی اطلاعات هواشناسی منطقه مورد مطالعه طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۵

مشخصات اقلیمی ماه‌های سال	متوسط دما (C°)	حداقل دما (C°)	حداکثر دما (C°)	بارندگی (mm)	رطوبت نسبی (%)	ساعات آفتابی واقعی (ha)	طول روز (ha)
JAN	۳/۶۴	-۶/۸۷	۱۶/۹۹	۱۵/۳	۷۸/۱	۴/۸۷	۱۲/۲۲
FEB	۴/۷۳	-۵/۴۳	۲۰/۶	۱۹/۴۸	۷۶/۴	۵/۱۳	۱۰/۳۲
MAR	۸/۲	-۳/۳۸	۲۲/۰۵	۲۹/۵۴	۷۶/۸	۶/۳۲	۹/۴۲
APR	۱۳/۸۱	۲/۱۳	۲۸/۵۲	۳۱/۴۶	۶۲/۷	۶/۹۶	۹/۲۱
MAY	۱۹/۱۷	۶/۷۹	۳۲/۳۷	۳۴/۶۹	۶۱/۳	۷/۹۹	۱۰/۶۵
JUNE	۲۴/۴۷	۱۲/۴۴	۳۶/۵۳	۱۹/۲۷	۵۴/۴	۱۰/۸۵	۱۱/۹
JULY	۲۷/۱۷	۱۶/۰۷	۳۷/۶۵	۷/۳۴	۵۷/۴	۱۱/۶۳	۱۳/۲۳
AUG	۲۶/۸	۱۵/۹۴	۳۷/۱۲	۷/۲۶	۵۳/۶	۱۱/۴۹	۱۴/۲۷
SEP	۲۲/۳۴	۱۱/۱۷	۳۳/۶۴	۲۴/۸۴	۵۸/۱	۱۰/۵۷	۱۴/۴۶
OCT	۱۶/۲۳	۵/۹۲	۲۸/۵۶	۳۴/۳۷	۵۲/۹	۸/۸۸	۱۴/۱۸
NOV	۹/۹	-۰/۲۱	۲۲/۳۷	۲۸/۲۶	۶۷/۶	۶/۹۲	۱۳/۴۳
DEC	۵/۱۶	-۴/۴۸	۱۸/۴۸	۲۰/۳۲	۷۶/۲۵	۵/۸۴	۱۲/۲۸

مأخذ: ایستگاه اقلیم‌شناسی خمارلو، ۱۳۹۷

سرزمین (به‌عنوان نماینده اقلیم) مورد استفاده قرار گیرد. درجه اقلیمی، میزان تناسب ویژگی‌های اقلیمی هر منطقه را برای کشت هر محصول در آن منطقه بیان می‌دارد (باقرزاده و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۶).

$$\text{رابطه (۳)} \quad \text{CR} = 1.6 \text{ CI} \quad \text{if: } \text{CI} < 25$$

$$\text{رابطه (۴)} \quad \text{CR} = 0.9 \text{ CI} + 16.67 \quad \text{if: } 25 < \text{CI} < 92.5$$

برای ارزیابی هر خصوصیت اقلیمی، مقدار آن در دوره مربوط با استفاده از آمار هواشناسی محاسبه شده و با جداول نیازهای اقلیمی مقایسه و درجه آن تعیین شد. درجات خصوصیات اقلیمی به وسیله روش پارامتریک و با استفاده از رابطه استوری و ریشه دوم تلفیق شد و شاخص اقلیمی<sup>۱</sup> (CI) محاسبه شد. سپس با استفاده از روابط (۳ و ۴) شاخص اقلیمی به درجه اقلیمی<sup>۲</sup> (CR) تبدیل شد تا در محاسبه شاخص

تناسب اراضی در جدول (۴) ارائه شده است. سپس برای ارتقاء کلاس‌های تناسب اراضی با استفاده از روابط ارائه شده در جدول (۵) اقدام به اصلاح شاخص‌های اراضی شد.

در این مرحله با توجه به درجه‌بندی تمام خصوصیات اراضی (اقلیم، خاک و زمین‌نما)، شاخص کل اراضی (LI) با استفاده از رابطه‌های استوری و ریشه دوم محاسبه شد. مقادیر شاخص اراضی در کلاس‌های

جدول ۴: مقادیر شاخص اراضی در کلاس‌های تناسب اراضی

کلاس تناسب	شاخص اراضی
S1: تناسب عالی	۱۰۰-۷۵
S2: تناسب متوسط	۷۵-۵۰
S3: تناسب کم	۵۰-۲۵
N1: نامناسب در شرایط فعلی	۱۲/۲۵-۵
N2: نامناسب دائمی	۱۲-۰/۵

مأخذ: Sys et al, 1991, Part II

جدول ۵: شاخص‌های اراضی اصلاح شده برای روش‌های پارامتریک استوری و ریشه دوم

ریشه دوم	کلاس	شماره رابطه	استوری	کلاس	شماره رابطه
$CLI = 75 + (SQRI - 60) 0.625$	S1	۱۰	$CLI = 75 + (SLI - 43) 0.439$	S1	۵
$CLI = 50 + (SQRI - 24) 0.410$	S2	۱۱	$CLI = 50 + (SLI - 10) 0.333$	S2	۶
$CLI = 25 + (SQRI - 5) 0.455$	S3	۱۲	$CLI = 25 + (SLI - 1) 0.424$	S3	۷
$CLI = (SQRI) 0.625$	N1	۱۳	$CLI = (SLI) 0.625$	N1	۸
$CLI = (SQRI)$	N2	۱۴	$CLI = SLI$	N2	۹

مأخذ: Sys et al, 1991, Part II

## نتایج و بحث

### مشخصات خاک‌های منطقه

نتایج مطالعات فیزیکی، شیمیایی و مورفولوژیکی نشان داد که خاک‌های منطقه مطالعاتی براساس رده‌بندی آمریکایی (soil survey staff, 2014: 107) در رده‌های زیررده‌های Cambids، Calcids، Gypsisols و Orthents قرار دارند. همچنین براساس سامانه طبقه‌بندی جهانی (Anonymous, 2014: 80) در گروه‌های مرجع Cambisols، Calcisols، Gypsisols و Regosols رده‌بندی شدند. هماهنگی و رده‌بندی خاک‌های منطقه مورد مطالعه در جدول (۶) ارائه شده است.

چنانچه کم‌ترین درجه تناسب مربوط به ۸ ویژگی، ۸۵ یا بیشتر باشد، از رابطه‌های کلاس S1، ۶۰ تا ۸۵ از رابطه‌های کلاس S2، ۴۰ تا ۶۰ از رابطه‌های کلاس S3، ۲۵ تا ۴۰ از رابطه‌های کلاس N1، کم‌تر از ۲۵ از رابطه‌های کلاس N2 استفاده می‌شود. در این رابطه‌ها<sup>۱</sup> CLI شاخص اراضی اصلاح شده،<sup>۲</sup> SLI شاخص اراضی اصلاح نشده به روش استوری و<sup>۳</sup> SQRI شاخص اراضی اصلاح نشده به روش ریشه دوم است. در پایان نقشه تناسب کیفی اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار GIS نسخه ۱۰.۳ ترسیم شد.

1-Corrected Land Index  
2-Storie Land Index  
3-Square Root Land Index



جدول ۶: هماهنگی و رده‌بندی خاک‌های منطقه مورد مطالعه

واحد اراضی	رده	فامیلی (Soil Survey Staff, 2014)	روش مرجع جهانی (WRB, 2014)
1.1	Aridisols	Fine - loamy, mixed, superactive, thermic	Haplic Cambisols
2.1	Aridisols	Fine, mixed, superactive, thermic	Haplic Cambisols
3.3	Aridisols	Fine - loamy, mixed, active, thermic	Haplic Cambisols
4.1	Aridisols	Fine, mixed, active, thermic	Vertic Calcisols
5.5	Aridisols	Fine, mixed, active, thermic	Vertic Cambisols
6.6	Aridisols	Fine, mixed, active, thermic	Haplic Gypsisols
7.1	Aridisols	Fine, mixed, active, thermic	Calcic Gypsisols
8.5	Aridisols	Fine - loamy, gypsic, thermic	Haplic Gypsisols
9.2	Aridisols	Fine - loamy, gypsic, shallow, thermic	Haplic Gypsisols
10.5	Entisols	Coarse - loamy, mixed, active, calcareous, thermic	Calcaric Regosols
11.1	Entisols	Loamy-skeletal, mixed, active, calcareous, thermic	Calcaric Regosols

مأخذ: (WRB, 2014), (Soil Survey Staff, 2014)

### فیزیوگرافی

براساس راهنمای نشریه ۲۱۲ فائو، اراضی منطقه از لحاظ شکل ظاهری بر روی دشت (آبرفتی، سیلابی، دامنه‌ای) و مخروط‌افکنه قرار دارند (Mahler, 1970:78).

### مطالعات خاکشناسی

یکی از ضروری‌ترین مراحل ارزیابی، شناسایی فیزیکی منابع اراضی است. دسترسی به این شناخت منوط به مطالعات ستادی و صحرایی (میدانی) است؛ زیرا در غالب موارد به مطالعات جدید، بازنگری و بهنگام کردن اطلاعات قبلی نیاز است (ایوبی و جلالیان، ۱۳۹۴: ۱۳۲).

در این مطالعه مجموعاً ۱۱ نقطه مطالعاتی (تماماً به صورت پروفیل) حفر و نسبت به تشریح آن‌ها با در نظر گرفتن خصوصیات افق‌های سطحی و زیرین، رنگ، بافت، ساختمان، عمق، توزیع سنگ و سنگریزه سطحی و عمقی، وجود یا نبود سخت کفه، تمرکز موادی از قبیل آهک، گچ، نمک‌ها، پوشش رسی و غیره اقدام شد. همچنین مختصات پروفیل‌ها به تفکیک ثبت و به دستگاه GPS منتقل شد. نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برخی از خاک‌های شاهد در جدول (۷) ارائه شده است.

جدول ۷: نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی برخی از خاک‌های منطقه

سری خاک ۱ به مختصات جغرافیایی "۳۱' ۹,۵" ۱۷۹° طول شرقی و "۰۰' ۱۱' ۳۹° عرض شمالی									
عمق (cm)	افق	ذرات خاک (درصد)			بافت	سنگریزه (%)	گچ (%)	آهک (%)	هدایت الکتریکی (ds/m)
		شن	سیلت	رس					
۰-۲۰	Ap	۴۰	۲۶	۳۴	C.L	.	۳/۷۵	۱/۴۸	
۲۰-۴۰	Bw1	۳۰	۳۶	۳۴	C.L	.	۲/۷۵	۱/۸	
۴۰-۷۵	Bw2	۴۲	۲۸	۳۰	C.L	.	۳/۵	۱/۶۶	
۷۵-۱۳۰	Bw3	۳۶	۳۴	۳۰	C.L	.	۴/۲۵	۲/۴۲	
خاکرخ ۱. شیب کلی ۱ درصد، فاقد محدودیت سیل‌گیری، بیشترین مقدار درصد سدیم تبدالی در طول خاکرخ ۳/۵									
سری خاک ۷ به مختصات جغرافیایی "۳۲,۳' ۸' ۱۷۹° طول شرقی و "۱۸,۳' ۱۰' ۳۹° عرض شمالی									
عمق (cm)	افق	ذرات خاک (درصد)			بافت	سنگریزه (%)	گچ (%)	آهک (%)	هدایت الکتریکی (ds/m)
		شن	سیلت	رس					
۰-۱۵	Ap	۲۲	۳۸	۴۰	C	.	۴/۵	۱/۱۸	
۱۵-۵۰	Bw	۱۴	۳۴	۵۲	C	.	۶/۲۵	۱/۸۴	
۵۰-۷۵	Bk	۱۲	۳۲	۵۶	C	.	۱۶/۷۵	۲/۱۶	
۷۵-۱۳۰	By	۱۰	۳۴	۵۶	C	.	۶/۵	۳/۵۵	
خاکرخ ۷. شیب کلی ۱ درصد، فاقد محدودیت سیل‌گیری و بیشترین مقدار درصد سدیم تبدالی در طول خاکرخ ۵/۸									
سری خاک ۱۰ به مختصات جغرافیایی "۱۱,۹' ۷' ۱۷۹° طول شرقی و "۵۷,۱' ۱۲' ۳۹° عرض شمالی									
عمق (cm)	افق	ذرات خاک (درصد)			بافت	سنگریزه (%)	گچ (%)	آهک (%)	هدایت الکتریکی (ds/m)
		شن	سیلت	رس					
۰-۲۷	Ap	۴۸	۳۸	۱۴	L	.	۱۲/۷۵	۱/۷۵	
۲۷-۴۳	C1	۶۲	۲۶	۱۲	S.L	.	۱۲/۲۵	۱/۱۲	
۴۳-۹۰	C2	۸۶	۶	۸	L.S	.	۱۴/۲۵	۰/۹۶	
خاکرخ ۱۰. شیب کلی ۱۰ درصد، فاقد محدودیت سیل‌گیری و بیشترین مقدار درصد سدیم تبدالی در طول خاکرخ ۴/۲									
سری خاک ۱۱ به مختصات جغرافیایی "۳۱,۱' ۵' ۱۷۹° طول شرقی و "۹' ۲,۰' ۳۹° عرض شمالی									
عمق (cm)	افق	ذرات خاک (درصد)			بافت	سنگریزه (%)	گچ (%)	آهک (%)	هدایت الکتریکی (ds/m)
		شن	سیلت	رس					
۰-۱۵	Ap	۶۷	۱۹/۲	۱۳/۸	L	۳-۶	۰/۱۹	۰/۴	
۱۵-۸۵	C1	۸۲	۷/۲	۱۰/۸	S.L	۵۰-۶۰	۰/۱۹	۰/۷۱۵	
۸۵-۱۵۰	C2	۸۱/۶	۸/۶	۹/۸	L.S	۳۰-۴۰	۰/۲۳	۰/۴۸۵	
خاکرخ ۱۱. شیب کلی ۶/۵ درصد، محدودیت کم سیل‌گیری و بیشترین مقدار درصد سدیم تبدالی در طول خاکرخ ۷/۷									

L: لومی؛ S.L: شنی لومی؛ L.S: لومی شنی؛ C: رسی؛ C.L: رسی لومی؛ مأخذ: نویسندگان، ۱۳۹۷

ارزیابی اقلیم با استفاده از داده‌های اقلیمی منطقه در این مرحله متوسط ویژگی‌های اقلیمی مؤثر در رشد تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه با استفاده از داده‌های اقلیمی محاسبه و با استفاده از آن درجه

تناسب ویژگی‌های اقلیمی گزارش شد. جدول (۸) درجه تناسب ویژگی‌های اقلیمی مؤثر در رشد هر یک از تیپ‌های بهره‌وری با استفاده از متوسط ویژگی‌های اقلیمی را نشان می‌دهد.

جدول ۸: درجه تناسب ویژگی‌های اقلیمی مؤثر در رشد هر یک از تیپ‌های بهره‌وری

ویژگی‌های اقلیمی	MT1	MT2	MT3	MT4	MT5	RH1
زیتون	۸۶/۴	۱۲/۵	-	-	-	-
هلو	-	-	۹۳	۹۷	-	-
مرکبات	-	-	-	-	۱۲/۵	۷۵/۰۸

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

MT1: متوسط دمای سالانه (°C)؛ MT2: متوسط مطلق کم‌ترین دما در سردترین ماه سال (°C)؛ MT3: متوسط دمای دوره رشد (°C).  
MT4: متوسط حداقل دمای سردترین ماه (°C)؛ MT5: متوسط دما در دو ماه بعد از برداشت (°C)؛ RH1: رطوبت نسبی سردترین ماه به شرط یخبندان (%)  
- ویژگی‌هایی که در درجه تناسب اقلیم برای تیپ‌های بهره‌وری مربوط براساس جداول ساینس و همکاران

(۱۹۹۳) تأثیرگذار نیست. نهایتاً درجه تناسب ویژگی‌های اقلیمی با استفاده از روش‌های پارامتریک (استوری و ریشه دوم) تلفیق و درجه‌های تناسب اقلیمی برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه محاسبه و کلاس تناسب آن‌ها تعیین شد. در جدول (۹) درجه تناسب ویژگی‌های اقلیمی و کلاس تناسب اقلیمی به‌همراه روش محدودیت ارائه شده‌است.

جدول ۹: درجه و کلاس تناسب اقلیم بر اساس روش‌های پارامتریک و محدودیت

تیپ‌های بهره‌وری	روش پارامتریک			روش محدودیت	
	استوری	کلاس	ریشه دوم	کلاس	محدودیت ساده
زیتون	۲۰	N2	۲۰	N2	N2
مرکبات	۱۵/۰۲	N2	۱۷	N2	N2
هلو	۹۸/۶	S1	۹۹/۵	S1	S1

S1 مناسب؛ S2 نسبتاً مناسب؛ S3 تناسب کم؛ N1 نامناسب در شرایط فعلی؛ N2 نامناسب دائمی، مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

نتایج حاصل از محاسبه کلاس‌های تناسب اقلیمی برای تیپ‌های بهره‌وری نشان داد که متوسط دمای سالانه برای رشد و نمو زیتون ۱۵/۱۴ درجه سلسیوس بوده و در کلاس S1 قرار دارد. باین حال منطقه مطالعاتی از نظر اقلیمی برای کشت زیتون مناسب نیست؛ زیرا مقدار عددی مؤلفه دمای متوسط مطلق کم‌ترین دما در سردترین ماه سال ۸/۳۱- درجه سلسیوس بوده و در کلاس N2 قرار می‌گیرد و به‌شدت برای تیپ بهره‌وری زیتون محدودیت ایجاد

می‌کند؛ به‌گونه‌ای که انجام هرگونه اقدامات مدیریتی نمی‌تواند باعث ارتقاء کلاس آن شود. نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی اقلیم برای مرکبات براساس روش پارامتریک (استوری و ریشه دوم) مؤید محدودیت شرایط اقلیمی بود؛ زیرا شرایط اقلیمی منطقه از نظر مؤلفه متوسط دما در دو ماه پس از برداشت، ۳/۶۴ درجه سلسیوس بوده و در کلاس N2 قرار دارد. این امر موجب شده تا علی‌رغم قرارگرفتن رطوبت نسبی در کلاس S2، محدودیت اقلیمی به

### ارزیابی کمی ویژگی‌های خاکی موردنیاز

با توجه به ارزیابی مؤلفه‌های اقلیمی و به‌منظور ارزیابی تناسب اراضی، متوسط وزنی ویژگی‌های خاک و زمین‌نما که در تعیین تناسب اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری مؤثرند (جدول ۱۰) نیز با استفاده از ضرایب وزنی عمق‌های مختلف خاک برای هر یک از واحدهای اراضی محاسبه شد. سپس درجه تناسب ویژگی‌های واحدهای مختلف اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه براساس مقایسه ویژگی‌های خاک و زمین‌نما صورت پذیرفت.

قوت خود باقی بماند. با توجه به این موضوع و اهمیت ویژه اقلیم و بازدارندگی آن، کشت و توسعه باغات مرکبات در منطقه مورد مطالعه توصیه نمی‌شود. نهایتاً نتایج حاصل از محاسبه کلاس‌های تناسب اقلیمی برای تیپ بهره‌وری هلو نشان داد که در همه روش‌های نام‌برده شده (محدودیت و پارامتریک)، اقلیم منطقه دارای کلاس تناسب S1 است؛ به این معنی که هیچ‌گونه محدودیت اقلیمی و دمایی به‌منظور رشد و توسعه باغات هلو وجود ندارد. با توجه به تناسب بسیار مناسب اقلیم، کشت و توسعه باغات هلو در منطقه مورد مطالعه توصیه می‌شود و اولویت کشت به این تیپ بهره‌وری اختصاص دارد.

جدول ۱۰: متوسط وزنی ویژگی‌های خاکی و زمین‌نمای موردنیاز در جهت تعیین کلاس تناسب تیپ‌های بهره‌وری

واحد	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	کلاس بافتی	ذرات >2mm	آهک (%)	گچ (%)	شوری (ds/m)	سدیم تبادل‌پذیر (%)	شیب* (%)	سیل‌گیری*
F0	۳۲/۵۳	۲۹/۶۵	۳۷/۸۲	C.L	۰	۳/۶	۰	۱/۸۱	۳/۵	۱	
F1	۴۴/۶۷	۲۷/۶۶	۲۷/۶۷	C	۰	۴/۵۸	۰/۵۴	۲/۲۷	۴/۲	۱	
F0	۳۲/۴۲	۲۷/۸	۳۹/۷۸	C.L	۰	۸/۴۴	۰	۱/۲۳	۵/۷	۳/۵	
F0	۴۴/۲	۳۲/۲۴	۲۳/۵۶	C	۰	۹/۵۶	۰	۱/۸۲	۴/۲	۱	
F1	۵۳/۵	۲۶/۸۵	۱۹/۶۵	C	۰	۱۰/۸۴	۰	۱/۸۷	۳/۷	۶/۵	
F0	۴۹	۳۷	۱۴	C	۰	۲/۸۸	۶/۲۸	۱/۷۷	۴/۶	۱۸/۵	
F0	۵۱/۳۲	۳۳/۸۱	۱۴/۸۷	C	۰	۷/۱۳	۱/۱۹	۲/۱	۵/۸	۱	
F0	۳۵	۴۸	۱۷	Si.C.L	۰	۱۲/۸۸	۰	۱/۵۸	۶/۷	۱۸/۵	
F1	۲۸	۴۸	۲۴	C.L	۰	۱۳	۰	۱/۲۴	۷/۳	۱۸/۵	
F0	۱۱/۹۷	۲۵/۹۵	۶۲/۰۸	S.L	۰	۱۲/۹۷	۰	۱/۷۵	۴/۲	۱۰	
F1	۱۱/۲	۹/۸۸	۷۸/۹۲	S.L	۴۰/۹	۴/۰۶	۰/۲	۳/۱۸	۷/۷	۶/۵	

Si.C.L: سیلتی رسی لومی؛ S.L: شنی لومی؛ C: رسی؛ C.L: رسی لومی؛ F0: فاقد محدودیت؛ F1: محدودیت کم

\* فاکتورهای شیب و سیل‌گیری نیاز به میانگین وزنی ندارند، ولی به‌منظور رعایت اختصار در جدول فوق ارائه شده‌اند.

مقایسه و تطبیق این مشخصه‌ها با نیازمندی‌های تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه شد. برای این منظور از جداول ارائه‌شده توسط سائز و همکاران (۱۹۹۳) استفاده شد (Sys et al, 1993, 52-96). در جدول (۱۱) نتایج به‌صورت شاخص‌های خاک، زمین‌نما و درجه اقلیم برای تیپ‌های بهره‌وری موردنظر ارائه شده‌است.

### ارزیابی کیفی نهایی و تعیین میزان محدودیت‌ها

در ادامه با توجه به ارزیابی تناسب اقلیم (جدول ۹) و نیز محاسبه متوسط وزنی ویژگی‌های خاک و زمین‌نمای موردنیاز برای تعیین کلاس تناسب تیپ‌های بهره‌وری (جدول ۱۰)، ۸ ویژگی مؤثر در ارزیابی کیفی تناسب اراضی مناطق خشک و نیمه‌خشک کامل شد. سپس به‌طور جداگانه اقدام به

جدول ۱۱: مقادیر عددی شاخص‌های خاک و زمین‌نما و درجه اقلیم در روش پارامتریک برای تیپ‌های بهره‌وری

درجه اقلیم	شاخص‌های خاک و زمین‌نما (درجه تناسب ویژگی‌های مختلف)								تیپ بهره‌وری	واحد اراضی
	ریشه دوم	استوری	سدیم تبدالی	شوری	آهک	گچ	سیل‌گیری	شیب		
۱	۲۰	۲۰	۹۸/۸۳	۹۸/۸۷	۹۷/۵	۱۰۰	۹۷/۵	۹۷/۵	۹۲/۷۸	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۹۵/۶۳	۹۵/۴۸	۹۲	۱۰۰	۹۷/۵	۹۷/۵	۹۰/۸۳	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۷/۸۱	۹۸/۱۹	۹۸	۱۰۰	۹۷/۵	۹۷/۵	۹۶/۱۷	هلو
۲	۲۰	۲۰	۹۸/۶	۹۸/۵۸	۹۷/۵	۹۹/۷۳	۱۲/۵	۹۷/۵	۸۵/۸۳	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۹۴/۵	۹۲/۳	۸۷	۹۷/۳	۱۲/۵	۹۷/۵	۸۰/۸۳	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۷/۳۸	۹۷/۷۳	۹۷	۹۸/۶۵	۱۲/۵	۹۷/۵	۸۷/۱۷	هلو
۳	۲۰	۲۰	۹۸/۱	۹۹/۲۳	۹۷/۵	۱۰۰	۹۷/۵	۹۲/۵	۹۲/۷۸	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۹۰/۷۵	۹۶/۹۳	۶۷/۸	۱۰۰	۹۷/۵	۸۶/۸۸	۹۰/۸۳	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۶/۴۴	۹۸/۷۷	۹۳/۷	۱۰۰	۹۷/۵	۷۷/۵	۹۶/۱۷	هلو
۴	۲۰	۲۰	۹۸/۶	۹۸/۸۶	۹۷/۵	۱۰۰	۹۷/۵	۹۷/۵	۸۶/۹۴	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۹۴/۵	۹۵/۴۵	۶۲/۲	۱۰۰	۹۷/۵	۹۷/۵	۸۲/۵	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۷/۴	۹۸/۱۸	۸۷/۳	۱۰۰	۹۷/۵	۹۷/۵	۸۷/۸۳	هلو
۵	۲۰	۲۰	۹۸/۷۷	۹۸/۸۳	۹۷/۵	۱۰۰	۱۲/۵	۸۶/۲۵	۷۷/۵	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۹۵/۳۸	۹۵/۳۳	۵۸/۹	۱۰۰	۱۲/۵	۶۹/۳۸	۷۷/۵	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۷/۶۹	۹۸/۱۳	۹۱/۵	۱۰۰	۱۲/۵	۵۰	۸۵/۸۳	هلو
۶	۲۰	۲۰	۹۸/۴۷	۹۸/۸۹	۹۷/۵	۹۶/۸۶	۹۷/۵	۵۶/۲۵	۶۱/۶۷	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۹۳/۵	۹۵/۵۸	۸۲	۱۲/۵	۹۷/۵	۳۷/۵	۶۱/۶۷	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۷/۱۳	۹۸/۲۳	۹۷/۹	۶۶/۴	۹۷/۵	۱۲/۵	۷۷/۵	هلو
۷	۲۰	۲۰	۹۸/۰۷	۹۸/۶۹	۹۷/۵	۹۹/۴۱	۹۷/۵	۹۷/۵	۸۶/۹۴	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۹۰/۵	۹۴	۷۴/۴	۹۳/۱	۹۷/۵	۹۷/۵	۸۲/۵	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۶/۴	۹۸	۹۵	۹۷/۰۳	۹۷/۵	۹۷/۵	۸۷/۸۳	هلو
۸	۲۰	۲۰	۹۷/۷۷	۹۹/۰۱	۹۷/۵	۱۰۰	۹۷/۵	۵۶/۲۵	۶۷/۵	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۸۸/۲۵	۹۶/۰۵	۵۶/۲	۱۰۰	۹۷/۵	۳۱/۲۵	۷۰	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۵/۸۱	۹۸/۴۲	۹۰	۱۰۰	۹۷/۵	۱۲/۵	۸۲/۵	هلو
۹	۲۰	۲۰	۹۷/۵۷	۹۹/۲۳	۹۷/۵	۱۰۰	۱۲/۵	۵۶/۲۵	۶۷/۵	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۸۶/۷۵	۹۶/۹	۵۶	۱۰۰	۱۲/۵	۳۱/۲۵	۷۰	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۵/۴۴	۹۸/۷۶	۹۰	۱۰۰	۱۲/۵	۱۲/۵	۷۰	هلو
۱۰	۲۰	۲۰	۹۸/۶	۹۸/۹	۹۷/۵	۱۰۰	۹۷/۵	۷۸/۷۵	۹۶/۳۹	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۹۴/۵	۹۵/۶	۵۶	۱۰۰	۹۷/۵	۵۵	۹۲/۵	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۴/۸	۹۸/۳	۹۰	۱۰۰	۹۷/۵	۲۶	۹۶/۸۳	هلو
۱۱	۲۰	۲۰	۹۷/۴۳	۹۸	۹۷/۵	۹۹/۹	۱۲/۵	۸۶/۲۵	۸۶/۶۳	زیتون
	۱۷	۱۵/۰۲	۸۵/۷۵	۸۰/۵	۸۹/۷	۹۹	۱۲/۵	۶۹/۳۸	۷۸/۸۷	مرکبات
	۹۹/۵	۹۸/۶	۹۵/۱۹	۹۷	۹۷/۱	۹۹/۵	۱۲/۵	۵۰	۸۲/۲	هلو

C: محدودیت اقلیم؛ A: پستی و بلندی؛ W: خیزی خاک؛ S: محدودیت فیزیکی خاک؛ SI: مناسب؛ S2: نسبتاً مناسب؛ S3: تناسب کم؛

NI: نامناسب در شرایط فعلی؛ N2: نامناسب دائمی (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷)

به تلفیق شاخص‌های خاک و زمین‌نما و اقلیم برای تیپ‌های بهره‌وری موردنظر براساس نوع محدودیت و به تفکیک روش‌های مورد مطالعه به صورت کلاس تناسب در جدول (۱۲) ارائه شده است.

سپس با تلفیق درجه تناسب ویژگی‌های مختلف اراضی (درجه اقلیم و شاخص‌های خاک و زمین‌نما)، شاخص نهایی اراضی محاسبه شد. نهایتاً با استفاده از شاخص محاسبه‌شده، کلاس نهایی تناسب اراضی تعیین شد. به منظور ایجاد یک دید کلی نتایج مربوط

جدول ۱۲: شاخص‌های اقلیم، خاک و زمین‌نما برای تیپ‌های بهره‌وری زیتون، هلو و مرکبات

روش مطالعه												
ریشه دوم			استوری			تعداد و شدت محدودیت‌ها			محدودیت ساده			تیپ بهره‌وری واحد اراضی
مرکبات	هلو	زیتون	مرکبات	هلو	زیتون	مرکبات	هلو	زیتون	مرکبات	هلو	زیتون	
N1c	S1	N1c	N2c	S1	N1c	S3cs	S1	N2c	N2cs	S1	N2c	۱
N2c	N2w	N2c	N2c	N2w	N2c	S3cws	S3w	N2cw	N2cws	N2w	N2cw	۲
N2c	S2t	N1c	N2c	S2t	N1c	S3cs	S2t	N2c	N2cs	S2t	N2c	۳
N2c	S1s	N1c	N2c	S2s	N1c	S3cs	S2s	N2cs	N2cs	S2s	N2cs	۴
N2c	N2w	N2c	N2c	N2w	N2c	S3cws	S3w	N2cw	N2cws	N2w	N2cw	۵
N2c	N2t	N2c	N2c	N2t	N2c	N1cts	S3ts	N2cs	N2cts	N2ts	N2cts	۶
N2c	S1s	N1c	N2c	S2s	N1c	S3cs	S2s	N2cs	N2cs	S2s	N2cs	۷
N2c	N2t	N2c	N2c	N2t	N2c	N1cts	S3t	N2cs	N2cts	N2t	N2cts	۸
N2c	N2s	N2c	N2c	N2s	N2c	N1ctws	S3tws	N2cws	N2ctws	N2tws	N2ctws	۹
N2c	N1t	N1c	N2c	N1t	N1c	S3cts	S3t	N2ct	N2cts	N1t	N2ct	۱۰
N2c	N2tws	N2c	N2c	N2tws	N2c	S3cws	S3tws	N2cw	N2cws	N2tws	N2cw	۱۱

C: محدودیت اقلیم؛ t: پستی و بلندی؛ W: خیسگی خاک؛ S: محدودیت فیزیکی خاک؛ S1: مناسب؛ S2: نسبتاً مناسب؛ S3: تناسب کم؛

N1: نامناسب در شرایط فعلی؛ N2: نامناسب دائمی (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷)

دارد. شدت محدودیت‌های اصلی و فرعی ذکر شده در بالا تنها برای تیپ بهره‌وری هلو محدودیت‌زا نبوده و منطقه برای کشت و توسعه این محصول مناسب است؛ از این رو می‌توان در واحدهایی که شدت محدودیت‌ها زیاد نیست، با انجام عملیات اصلاحی برای برخی ویژگی‌های قابل‌اصلاح نظیر تسطیح اراضی، به کلاس مطلوب‌تری نائل شد؛ بنابراین بایستی نسبت به کاهش یا رفع محدودیت آن‌ها اقدام شود تا سازگاری زمین افزایش یابد. با انجام این عملیات کلاس‌های آتی تناسب واحدهای اراضی مناسب‌تر خواهد شد.

براساس نتایج به دست آمده (جدول ۱۲)، شرایط اقلیم و بازدارندگی آن به عنوان محدودیت اصلی و وجود مقادیر متوسط تا زیاد سنگ و سنگریزه در لایه‌های مختلف خاک و نیز حساسیت به سیل‌گیری، محدودیت عمق، شیب، گچ و آهک به عنوان محدودیت‌های فرعی در منطقه مطالعاتی مشاهده شدند. به موجب محدودیت اقلیم برای تیپ‌های بهره‌وری زیتون و مرکبات هرگونه عملیات عمرانی و اقدامات مدیریتی برای واحدهای مطالعاتی مقرون به صرفه نبوده و نتایج مؤید این مطلب است که ۱۰۰ درصد اراضی برای توسعه تیپ‌های بهره‌وری زیتون و مرکبات در کلاس نامناسب (N) قرار

کلاس (S3) برای چغندر قند است (منتخبی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱). در پژوهشی دیگر در گنبد کاووس و به منظور ارزیابی اراضی بر پایه روش محدودیت‌ها عنوان شد که هر دو روش در اکثر موارد مشابه هم هستند که متأثر از کیفیت‌های متفاوت اراضی مورد مطالعه بوده‌است (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۰۶).

نتایج مطالعات تناسب اراضی بر پایه روش‌های پارامتریک، برای کشت و توسعه تپه‌های بهره‌وری زیتون و مرکبات برای واحدهای مختلف خاک نشان داد؛ واحد (۱) دارای تناسب فعلی نامناسب (N1c) برای زیتون و کلاس نامناسب دائمی (N2c) برای مرکبات براساس روش استوری است. هم‌چنین براساس نتایج به‌دست‌آمده و روش‌های استوری و ریشه دوم، تپه‌های بهره‌وری زیتون و مرکبات به تفکیک واحدهای مختلف اراضی، بین کلاس‌های تناسب فعلی (N1c) و (N2c) در حال نوسان بوده که علت آن محدودیت شدید اقلیم است. این محدودیت‌زایی کلیه کلاس‌های تناسب اراضی را تحت‌تأثیر قرار داده و منطقه را برای توسعه این محصولات چندساله نامناسب کرده‌است.

در مطالعات تناسب اراضی در جهت تیپ بهره‌وری هلو برای واحدهای مختلف خاک نتایج زیر به‌دست‌آمد؛ واحد (۱) براساس هر دو روش در کلاس (S1) بوده که مؤید تناسب بسیار مطلوب اراضی است. واحدهای (۲) و (۵) به‌علت محدودیت سیل‌گیری در کلاس (N2w) جای گرفتند که پس از احداث سیل‌بند کلاس آتی این واحدها به (S1) تبدیل می‌شود. هم‌چنین واحدهای (۳)، (۴) و (۷) مجموعاً به وسعت ۵۳۴۰ هکتار که ۳۲/۲۶ درصد از اراضی مورد مطالعه را شامل می‌شوند. به‌ترتیب در کلاس تناسب فعلی (S2t)، (S2s) و (S2s) براساس استوری و در کلاس‌های (S2t)، (S1s) و (S1s) براساس روش ریشه دوم قرار گرفتند. محدودیت این واحدها شیب، آهک و سنگریزه است که پس از جمع‌آوری سنگ و سنگریزه و نیز تسطیح اراضی

نتیجه ارزیابی هر یک از ویژگی‌های موردنظر در روش محدودیت ساده و روش تعداد و شدت برای زیتون نشان داد که تمام واحدهای اراضی به‌دلیل محدودیت اقلیم و برخی محدودیت‌ها نظیر سیل‌گیری، محدودیت عمق و شیب در کلاس نامناسب همیشگی (N2) هستند. هم‌چنین نتایج نشان داد، برای توسعه هلو بر پایه سیستم محدودیت ساده، واحد (۱) دارای تناسب محیطی (S1)، واحدهای (۳، ۴، ۷) دارای تناسب (S2)، واحدهای (۲، ۵، ۶، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱) در کلاس (N2) به‌دلیل محدودیت‌های فوق‌الذکر هستند. شایان ذکر است که ۱۰۰ درصد از اراضی منطقه براساس روش تعداد و شدت محدودیت‌ها که در آن بزرگ‌ترین شدت‌ها بین ویژگی‌های مختلف مدنظر است، برای کاربری هلو در کلاس (S3, S2, S1) قرار گرفت.

برای کاربری مرکبات نیز همه واحدهای اراضی در محدودیت ساده به‌صورت (N2) با محدودیت‌های مشخص کلاس‌بندی شدند؛ اما روش تعداد و شدت محدودیت‌ها نتایج را مطلوب‌تر نشان داده‌است؛ به‌طوری‌که به جز واحدهای (۶، ۸، ۹) که به‌صورت (N1) هستند، الباقی واحدها به کلاس تناسب (S3) ارتقاء و بهبود یافتند. نتایج نشان می‌دهد که محدودیت ساده نسبت به روش تعداد و شدت محدودیت‌ها، معمولاً نتایج سخت‌گیرانه‌تری دارد و برآوردها را در شرایط نامناسب‌تری می‌سنجد و از دقت عمل کمتری برخوردار است. دلیل این موضوع به ماهیت متفاوت هر کدام از روش‌ها برمی‌گردد؛ برای مثال در روش محدودیت ساده تداخل و اثر متقابل بین خصوصیات وجود ندارد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۰۶).

منتخبی و همکاران (۱۳۹۲) ارزیابی تناسب اراضی ایستگاه تحقیقاتی کرکج (شرق تبریز) را با روش محدودیت ساده انجام دادند و گزارش کردند که ۹ درصد از اراضی دارای تناسب (S2) و ۹۱ درصد در

تیپ‌های بهره‌وری زیتون و مرکبات، محدودیت اقلیمی است؛ به طوری که تناسب این اراضی را برای این نوع کاربری‌ها، در نامناسب همیشگی (N2c) قرار داده است. به طور کلی زیادی گچ در واحد (۶) و بالابودن آهک در برخی واحدها (۴، ۵، ۷، ۸، ۹، ۱۰) تا حدی باعث کاهش شاخص اراضی در ۷۷۶۸ هکتار از اراضی (۴۶/۹۲٪) به ویژه برای مرکبات شد. هم‌چنین محدودیت شدید سیل‌گیری در واحدهای (۲، ۵، ۹، ۱۱) باعث شد تا ۳۴/۵۱ درصد از اراضی با وسعتی بالغ بر ۵۷۱۲ هکتار در کلاس (N) جای گیرند. مقایسه نتایج به دست آمده از روش‌های پارامتریک نشان داد که هیچ‌کدام از تیپ‌های بهره‌وری در کلاس (S3) قرار نگرفتند و تنها ۵۱/۹ درصد به وسعت ۸۵۹۱ هکتار به صورت (S1) و (S2) کلاس‌بندی شدند. لازم به ذکر است، کلاس‌های تناسب برآورد شده با روش ریشه دوم نسبت به استوری به طور نسبی مطلوب‌تر است. ریشه دوم مطابق با قانون لیبیک محدودکننده‌ترین ویژگی را در خارج از رادیکال قرار داده و از سایر درجات تناسب ویژگی‌ها جذر می‌گیرد که باعث کاهش اثرات متقابل فاکتورها می‌شود، در نتیجه شاخص اراضی را نزدیک به واقعیت نسبت به استوری نشان می‌دهد.

مروج و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعات خود نتایج مشابهی را گزارش کردند که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد (مروج و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۳۳). چنین نتیجه‌ای توسط جعفرزاده و عباسی (۲۰۰۶) در ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان نیز گزارش شده است (Jafarzadeh & Abbasi 2006: 349). در جدول (۱۳) شاخص‌های اراضی اصلاح‌نشده و کلاس نهایی تناسب، ارائه شده است. جدول (۱۴) نیز شاخص‌های اراضی اصلاح شده و کلاس نهایی تناسب را برای تیپ‌های بهره‌وری نمایش می‌دهد.

می‌توان به کلاس‌های مطلوب‌تری نائل شد. واحد (۶) به علت محدودیت شدید شیب به صورت (N2t) کلاس‌بندی شد. در این واحد با اقدامات مدیریتی و عمرانی نظیر شکستن شیب و تسطیح اراضی می‌توان به کلاس (S1) ارتقاء یافت.

واحد (8.5) به علت شیب بالا (۲۵-۱۲٪) و لایه محدودکننده گچی در عمق ۵۰-۸۰ سانتی‌متری در کلاس نامناسب دائمی (N2t) است. واحد (۹) به علت محدودیت‌های توأم شیب و سیل‌گیری و هم‌چنین لایه محدودکننده گچی در عمق ۲۵-۵۰ سانتی‌متری در کلاس (N2s) جای گرفتند. کلاس‌های آبی این واحدها با احداث سیل‌بند و تسطیح اراضی و نیز مرتفع کردن لایه‌های محدودکننده نظیر استفاده از زیرشکن، می‌تواند به کلاس (S1) بهبود یابد.

هم‌چنین واحد (۱۰) نیز به علت محدودیت حاصل از شیب در کلاس (N1t) طبقه‌بندی شد که در صورت تسطیح به کلاس آبی (S1) تبدیل می‌شود؛ زیرا این محدودیت به تنهایی شایستگی سرزمین را تحت تأثیر قرار داده و کلیه کلاس‌های تناسب را برای کشت و توسعه هلو نامناسب کرده است؛ بنابراین بایستی برای رفع آن اقدام کرد.

در واحد (۱۱) نیز محدودیت‌های اصلی مانند سیل‌گیری، سنگریزه زیاد (بیش از ۴۰ درصد)، قلوه‌سنگ بین ۱۵-۳ درصد و شیب متوسط، موجب شده تا این واحد به وسعت ۷۵۶ هکتار در کلاس مناسب اراضی فعلی (N2tws) قرار گیرد. به نظر می‌رسد برخی از این محدودیت‌ها نظیر سنگ و سنگریزه سطحی از طریق الک‌کردن یا وجود شیب و ناهمواری با انجام عملیات تسطیح یا استفاده از سیستم‌های نوین آبیاری قابل‌رفع بوده و موجب ارتقاء چشمگیر کلاس آبی اراضی خواهد شد. با توجه به موارد مذکور مهم‌ترین محدودیت اراضی مطالعاتی برای کشت و توسعه



جدول ۱۳: شاخص‌های اراضی اصلاح‌نشده و کلاس تناسب نهایی برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه

مرکبات				هلو				زیتون				بهره‌وری واحدها
کلاس	ریشه دوم	کلاس	استوری	کلاس	ریشه دوم	کلاس	استوری	کلاس	ریشه دوم	کلاس	استوری	
N2	۱۴/۵	N2	۱۰/۸۹	S1	۹۰/۷	S1	۸۴/۸۴	N1	۱۸/۳	N1	۱۶/۸۱	۱
N2	۳/۹	N2	۱/۰۹	N2	۱۱	N2	۹/۵۴	N2	۴/۹۷	N2	۱/۹۸	۲
N2	۱۱/۵	N2	۶/۸۹	S2	۷۰/۷	S2	۶۳/۹۵	N1	۱۷/۸۲	N1	۱۵/۸۸	۳
N2	۱۱/۳	N2	۶/۶۱	S1	۷۷/۸	S2	۶۸/۷۳	N1	۱۷/۷۳	N1	۱۵/۷۱	۴
N2	۲/۸	N2	۰/۵۴	N2	۷/۷	N2	۴/۶۴	N2	۴/۴۶	N2	۱/۵۹	۵
N2	۲/۱	N2	۰/۳۱	N2	۸/۵	N2	۵/۷۸	N2	۱۱/۱۵	N2	۶/۲۲	۶
N2	۱۱/۶	N2	۶/۹۴	S1	۷۹/۷	S2	۷۱/۶۹	N1	۱۷/۶۱	N1	۱۵/۵۱	۷
N2	۵/۴	N2	۱/۵۳	N2	۱۰/۳	N2	۸/۴۱	N2	۱۱/۸۲	N2	۶/۹۹	۸
N2	۱/۷	N2	۰/۱۹	N2	۹/۶	N2	۷/۳۲	N2	۳/۳۵	N2	۰/۹۰	۹
N2	۸/۵	N2	۳/۷۷	N1	۲۳/۱	N1	۲۰/۳۰	N1	۱۶/۷۸	N1	۱۴/۰۷	۱۰
N2	۲/۹۸	N2	۰/۶۳	N2	۷/۵	N2	۴/۵۲	N2	۴/۶۶	N2	۱/۷۴	۱۱

S1: مناسب؛ S2: نسبتاً مناسب؛ S3: تناسب کم؛ N1: نامناسب در شرایط فعلی؛ N2: نامناسب دائمی (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷)

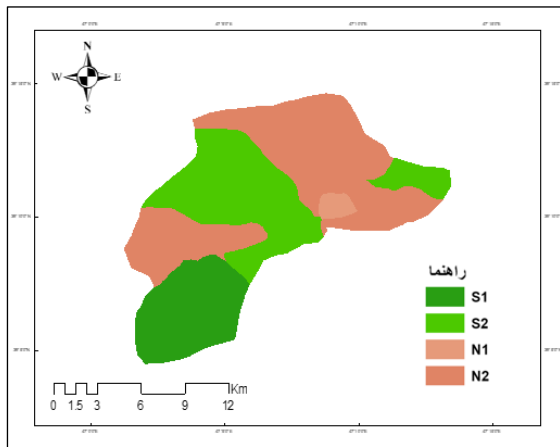
جدول ۱۴: شاخص‌های اراضی اصلاح‌شده و کلاس تناسب برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه

مرکبات				هلو				زیتون				بهره‌وری واحد
کلاس	ریشه دوم	کلاس	استوری	کلاس	ریشه دوم	کلاس	استوری	کلاس	ریشه دوم	کلاس	استوری	
N2	۹/۰۶	N2	۱۰/۸۹	S1	۹۴/۱۹	S1	۹۳/۳۷	N2	۱۱/۴۴	N2	۱۰/۵۱	۱
N2	۳/۹	N2	۱/۰۹	N2	۱۱	N2	۹/۵۴	N2	۴/۹۷	N2	۱/۹۸	۲
N2	۱۱/۵	N2	۶/۸۹	S2	۶۹/۱۵	S2	۶۷/۹۷	N2	۱۱/۱۴	N2	۹/۹۳	۳
N2	۱۱/۳	N2	۶/۶۱	S1	۸۶/۱۳	S2	۶۹/۵۶	N2	۱۱/۰۸	N2	۹/۸۲	۴
N2	۲/۸	N2	۰/۵۴	N2	۷/۷	N2	۴/۶۴	N2	۴/۴۶	N2	۱/۵۹	۵
N2	۲/۱	N2	۰/۳۱	N2	۸/۵	N2	۵/۷۸	N2	۱۱/۱۵	N2	۶/۲۲	۶
N2	۱۱/۶	N2	۶/۹۴	S1	۸۷/۳۱	S2	۷۰/۵۴	N2	۱۱/۰۱	N2	۹/۶۹	۷
N2	۵/۴	N2	۱/۵۳	N2	۱۰/۳	N2	۸/۴۱	N2	۱۱/۸۲	N2	۶/۹۹	۸
N2	۱/۷	N2	۰/۱۹	N2	۹/۶	N2	۷/۳۲	N2	۳/۳۵	N2	۰/۹۰	۹
N2	۸/۵	N2	۳/۷۷	N1	۱۴/۴۴	N1	۱۲/۶۹	N2	۱۰/۴۹	N2	۸/۷۹	۱۰
N2	۲/۹۸	N2	۰/۶۳	N2	۷/۵	N2	۴/۵۲	N2	۴/۶۶	N2	۱/۷۴	۱۱

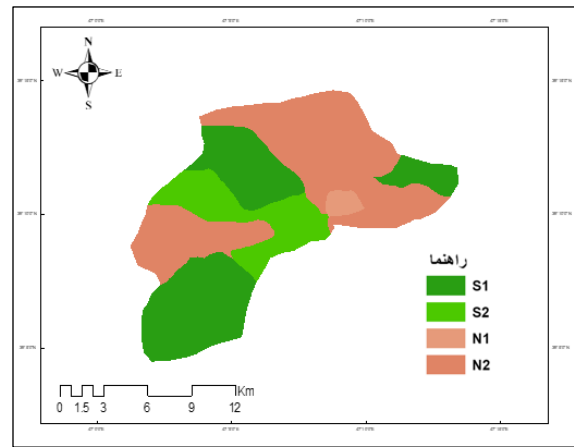
S1: مناسب؛ S2: نسبتاً مناسب؛ S3: تناسب کم؛ N1: نامناسب در شرایط فعلی؛ N2: نامناسب دائمی (مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷)

آن جستجو کرد. تیپ بهره‌وری هلو نیز شرایط یکسانی داشته و نتایج نهایی مشابه گزارش می‌شود. در شکل‌های (۲ تا ۶) نقشه تناسب کیفی اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه با روش‌های پارامتریک اصلاح‌نشده و اصلاح‌شده (استوری و ریشه دوم) ارائه شده‌است؛ به‌طور کلی نقشه‌های تناسب کیفی اراضی ترتیب اولویت کشت محصول را در داخل واحدهای اراضی در مناطق مطالعاتی نشان می‌دهند (پاکپور ربطی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۷۲).

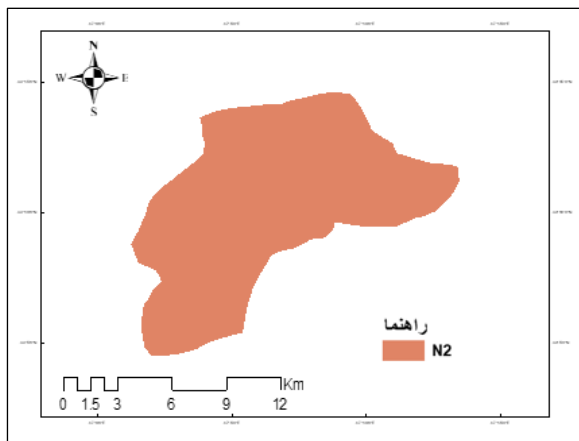
مقایسه و تطبیق جداول (۱۴ و ۱۳) نشان می‌دهد که مقادیر شاخص‌های اراضی اصلاح‌شده نسبت به شاخص‌های اراضی اصلاح‌نشده، برای تیپ بهره‌وری زیتون نتایج سخت‌گیرانه‌تری را در هر دو روش ارائه کرده‌است؛ به‌طوری‌که کلاس تناسب اراضی در واحدهای (۱، ۳، ۴، ۷، ۱۰) از (N1) به (N2) تنزل پیدا کرده‌است؛ ولی برای مرکبات نتایج نهایی شاخص‌های اصلاح‌شده و نشده اراضی به تفکیک هر دو روش مشابه بود که علت آن را می‌توان در محدودیت زابودن شرایط اقلیمی و مؤلفه‌های وابسته به



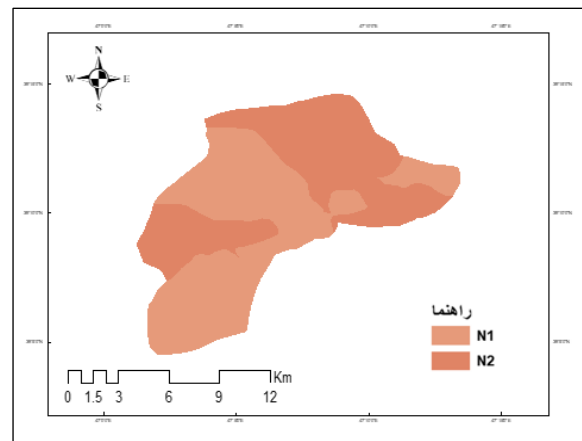
شکل ۳: نقشه تناسب اراضی هلو با روش استوری (اصلاح شده و نشده) (تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷)



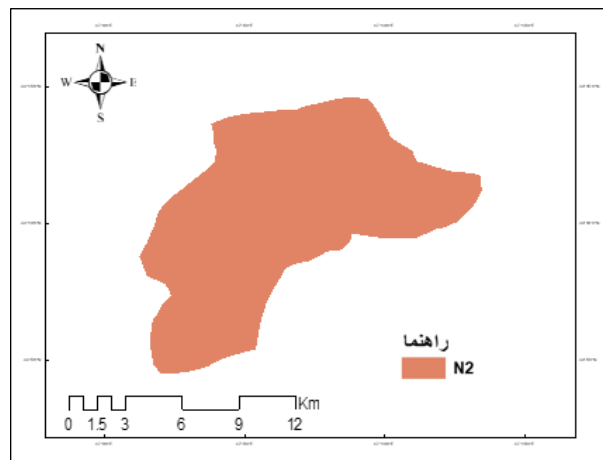
شکل ۲: نقشه تناسب اراضی هلو با روش ریشه دوم (اصلاح شده و نشده) (تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷)



شکل ۵: نقشه تناسب اراضی زیتون با روش استوری و ریشه دوم (اصلاح نشده) (تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷)



شکل ۴: نقشه تناسب اراضی زیتون با روش استوری و ریشه دوم (اصلاح شده) (تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷)



شکل ۶: نقشه تناسب اراضی مرکبات با روش های استوری و ریشه دوم (اصلاح شده و اصلاح نشده) (تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۷)

نتایج نهایی ارزیابی خصوصیات واحدهای مختلف اراضی نشان داد که شرایط اقلیمی و محیطی و هم‌چنین ویژگی‌های خاک و زمین‌نما، تنها برای کشت و توسعه باغات هلو از تناسب سرزمینی مطلوب‌تری نسبت به زیتون و مرکبات برخوردار بوده و اولویت کشت را باید به این محصول اختصاص داد. امیدوار و همکاران (۱۳۹۳) در منطقه آذربایجان شرقی نتایج مشابهی را گزارش و عنوان کرده‌اند که حدود ۷۰ درصد منطقه مورد مطالعه برای کشت کلزا از نظر اقلیمی و سایر عوامل محیطی کاملاً مناسب و مناسب است (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۱۵). بساطی (۱۳۸۳) به منظور کشت و توسعه زیتون در منطقه مطالعاتی ایلام، شرایط اقلیمی و محیطی را تعیین‌کننده گزارش کرده‌است (بساطی، ۱۳۸۳: ۵۰).

درصد و وسعت کلاس‌های تناسب اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری (جدول ۱۵) نشان می‌دهد که علی‌رغم تناسب مطلوب اکثر ویژگی‌های خاک و زمین‌نما، هیچ‌کدام از تیپ‌های بهره‌وری زیتون و مرکبات در کلاس S1، S2 و حتی S3 قرار نگرفته و همگی به علت محدودیت شدید اقلیم و بازدارندگی آن در کلاس همیشگی N قرار دارند. برای تیپ بهره‌وری هلو براساس روش استوری ۱۹/۶۴٪ اراضی در کلاس S1 و ۳۲/۳٪ در کلاس S2 و براساس روش ریشه دوم ۳۶/۲٪ از اراضی در کلاس S1 و ۱۵/۷٪ نیز در کلاس S2 بود. در انتها ۴۸/۱٪ از اراضی در N به علت برخی محدودیت‌های خاک و زمین‌نما مانند شیب، سیل‌گیری، زیادی سنگ و سنگریزه و آهک جای گرفتند. همان‌طور که پیشتر عنوان شد، برای هلو از نظر اقلیمی محدودیتی گزارش نشد.

جدول ۱۵: درصد و وسعت کلاس‌های تناسب اراضی برای تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه

بهره‌وری	زیتون				هلو				مرکبات		کلاس	
	ریشه دوم		استوری		ریشه دوم		استوری		ریشه دوم			
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)		
S1	-	۰	-	۰	۵۹۹۲	۳۶/۳۲	۳۲۵۲	۱۹/۷۱	-	۰	-	۰
S2	-	۰	-	۰	۲۵۹۹	۱۵/۷۵	۵۳۳۹	۳۲/۳۶	-	۰	-	۰
S3	-	۰	-	۰	-	۰	-	۰	-	۰	-	۰
N	۱۶۵۰۰	۱۰۰	۱۶۵۰۰	۱۰۰	۷۹۰۹	۴۷/۹۳	۷۹۰۹	۴۷/۹۳	۱۶۵۰۰	۱۰۰	۱۶۵۰۰	۱۰۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۷

## نتیجه

معقول‌تری نسبت به روش‌های محدودیت ارائه می‌کند. وسعت کلاس‌های تناسب اراضی برای هر یک از تیپ‌های بهره‌وری مورد مطالعه براساس روش‌های استوری و ریشه دوم، مؤید این مطلب بود که اولویت کشت در منطقه به تیپ بهره‌وری هلو اختصاص دارد؛ زیرا اقلیم منطقه محدودیتی برای کشت و توسعه آن ایجاد نکرده و بیش از ۵۰٪ از اراضی مورد مطالعه در کلاس S1 (تناسب عالی) و S2 (تناسب متوسط) قرار دارد. لازم‌به‌ذکر است کلاس‌های تناسب برآورده شده با روش ریشه دوم نسبت به روش استوری به‌طور نسبی

ارزیابی تناسب و قابلیت اراضی ضامن تولید پایدار و حفظ منابع ارزشمند خاک و آب در هر کشوری است و توجه به آن و همگام با آن تعیین اولویت کشت، ضرورتی انکارناپذیر در جهت مدیریت پایدار منابع آب و خاک است. براساس نتایج ارزیابی کیفی، اقلیم منطقه برای کشت و توسعه تیپ‌های بهره‌وری زیتون و مرکبات دارای تناسب بحرانی (N) و برای تیپ بهره‌وری هلو دارای تناسب عالی (S1) است. نتایج نشان داد که روش‌های پارامتریک استوری و ریشه دوم فائو نتایج

پیشنهاد می‌شود ارزیابی برای مراتع و چراگاه‌های مصنوعی درجهت جلوگیری از تخریب اراضی و اشتغال‌زایی برای ساکنان محلی صورت گیرد.

- نظر به این‌که تولید و صرفه اقتصادی یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های کشاورزان است، توصیه می‌شود از روش‌های ارزیابی کمی و اقتصادی نیز استفاده شود.

- پیشنهاد می‌شود که چنین مطالعاتی در سطح بزرگ‌تر و واحدهای بیشتری انجام گیرد، تا صحت و دقت روش‌های مورد مطالعه بیشتر مورد ارزیابی قرار گیرد.

### منابع

- اصغرزاده، احمد؛ محمدجعفر ملکوتی؛ حسین‌علی بهرامی؛ سهیلا ابراهیمی (۱۳۸۳). خاک‌های ایران: تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره‌برداری. چاپ اول. انتشارات سنا. ۴۸۱ صفحه.

<https://www.gisoom.com/book/1307930>

- امیدوار، کمال؛ احمد مزیدی؛ سودابه دوست‌مرادی (۱۳۹۳). امکان‌سنجی اقلیمی کشت کلزا در استان کرمانشاه، جغرافیا و توسعه. دوره ۱۲. شماره ۳۵. صفحات ۹۷-۱۱۶.

[https://gdij.usb.ac.ir/article\\_1557\\_5318a75f3dcb3a841216fb53273ef0e9.pdf](https://gdij.usb.ac.ir/article_1557_5318a75f3dcb3a841216fb53273ef0e9.pdf)

- ایوبی، شمس‌الله؛ احمد جلالیان (۱۳۹۴). ارزیابی اراضی (کاربری‌های کشاورزی و منابع طبیعی)، ویرایش دوم. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۳۸۵ صفحه.

<https://www.gisoom.com/book/11205698>

- باقرزاده، حمیدرضا؛ علی باقرزاده؛ حمید معین‌راد (۱۳۹۱). ارزیابی کیفی تناسب اراضی دشت نیشابور برای کشت گندم (*Triticum aestivum* L.)، ذرت (*Zea mays* L.) و پنبه (*Gossypium herbaceum* L.) با استفاده از GIS، نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۴. شماره ۱. صفحات ۵۱-۴۱.

[https://agry.um.ac.ir/article\\_31016.html](https://agry.um.ac.ir/article_31016.html)

مطلوب‌تر است، زیرا روش ریشه دوم برطبق قانون لیبیک محدودکننده‌ترین ویژگی را در خارج از رادیکال قرار داده و از سایر درجات تناسب ویژگی‌ها جذر می‌گیرد که باعث کاهش اثرات متقابل فاکتورها می‌شود، در نتیجه شاخص اراضی را بالاتر و نزدیک به واقعیت نسبت به روش استوری نشان می‌دهد. هم‌چنین نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که محدودیت اقلیم و شرایط جوی از نظر دمایی به‌عنوان بااهمیت‌ترین مؤلفه محیطی به‌شدت حائز اهمیت بوده و تأثیر مستقیم بر کشت و توسعه تیپ‌های بهره‌وری دارد؛ بنابراین نیل به کشاورزی پایدار و مدیریت اراضی نیازمند درک، شناخت و ارزیابی صحیح از شرایط اقلیمی و محیطی است و موفقیت در امر کشاورزی مستلزم انتخاب و کشت گونه‌هایی است که بیشترین تطابق را با شرایط آب و هوایی منطقه داشته باشند. محدودکننده‌ترین عامل‌های خاکی نیز به‌ترتیب فراوانی و گسترش بافت خاک، عمق مؤثر، آهک، توسعه‌یافتگی و سدیمی‌بودن است. نهایتاً تیپ بهره‌وری هلو مناسب‌ترین محصول با توجه به شرایط اقلیم، زمین‌نما و خاک بوده و اولویت کشت به این محصول باید اختصاص داده‌شود؛ از این‌رو در زمینه انجام چنین مطالعاتی پیشنهادهای ارائه‌شده در زیر می‌تواند بسیار راهگشا باشد.

- پیشنهاد می‌شود با توجه به این‌که کشت و توسعه تیپ‌های بهره‌وری، تحت تأثیر اقلیم، خاک و زمین‌نما و مدیریت است، از شاخص‌های مدیریتی نیز در ارزیابی تناسب اراضی استفاده شود تا دقت روش‌های مورد استفاده افزایش یابد.

- با توجه به این‌که در برخی واحدهای اراضی محدودیت‌ها شدید بوده و اصلاح اراضی با شرایط موجود امکان‌پذیر نبوده یا مقرون‌به‌صرفه نیست؛

- شمس‌السادات، زاهدی (۱۳۸۹). رابطه سبیرنتیک و مدیریت دانش در سازمان. فصلنامه مطالعات مدیریت. دوره ۲۰. شماره ۶۳. صفحات ۲۵-۱.

[https://jmsd.atu.ac.ir/article\\_2919.html](https://jmsd.atu.ac.ir/article_2919.html)

- طالعی، محمد؛ عباس علی‌محمدی؛ اسماعیل عدیلی (۱۳۹۱). ارزیابی تناسب اراضی شهری به روش Fuzzy AHP، سنجش‌ازدور و GIS ایران. سال چهارم. شماره اول. صفحات ۵۲-۳۵.

<http://gisj.sbu.ac.ir/article/view/1168>

- فلاحتی، فاطمه؛ بهلول علیجانی؛ منیژه قهرودی تالی؛ محمدجواد براتی (۱۳۹۱). مکان‌یابی اراضی مستعد توسعه باغ‌های میوه با تأکید بر عناصر و عوامل اقلیمی - کشاورزی با رویکرد GIS & RS (مطالعه موردی: گردو - استان تهران)، جغرافیا و پایداری محیط. شماره ۲. صفحات ۵۴-۴۳.

[https://ges.razi.ac.ir/article\\_172\\_c53b63001b76b8197cdd70ff45da3f5f.pdf](https://ges.razi.ac.ir/article_172_c53b63001b76b8197cdd70ff45da3f5f.pdf)

- قربانی، رسول؛ حسن محمودزاده؛ علی‌اکبر تقی‌پور (۱۳۹۲). تحلیل تناسب اراضی (LAS) برای توسعه شهری در محدوده شهری تبریز با استفاده از روش تحلیل فرایند سلسله‌مراتبی، جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای. شماره ۸. صفحات ۱۴-۱.

[http://cresg.usb.ac.ir/Uploads/Journals/Files/m1\\_23.pdf](http://cresg.usb.ac.ir/Uploads/Journals/Files/m1_23.pdf)

- گیوی، جواد (۱۳۷۶). ارزیابی کیفی تناسب اراضی برای نباتات زراعی و باغی، مؤسسه تحقیقات خاک و آب. نشریه فنی ۱۰۱۵. ۱۰۰ صفحه.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=36623>

- محمدی، افشین؛ عباس پاشایی‌اول؛ سید احمد مساواتی؛ سهراب صادقی (۱۳۸۶). ارزیابی تناسب کیفی اراضی برای محصولات عمده زراعی منطقه گنبدکاووس، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۴. شماره ۵. صفحات ۱۱۱-۹۹.

<https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?ID=73006>

- باقری بداغ‌آبادی، محسن (۱۳۹۰). ارزیابی سرزمین‌کاربردی و آمایش سرزمین، ویرایش دوم. چاپ دوم. انتشارات پلک. ۳۹۲ صفحه.

<https://www.gisoom.com/book/1760362>

- بساطی، حمید (۱۳۸۳). بررسی امکان کاشت و توسعه زیتون در استان ایلام و استان‌های همجوار زاگرس میانی. مجله زیتون، نشریه علمی تخصصی و کشاورزی. شماره ۱۶۱. صفحات ۵۴-۵۰.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=92375>

- پاکپور ربطی، احمد، علی‌اصغر جعفرزاده؛ فرزین شهبازی؛ پرویز عماری (۱۳۹۲). ارزیابی اراضی مستعد برای تعدادی از محصولات کشاورزی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در مناطقی از استان آذربایجان غربی، نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۳. شماره ۱. صفحات ۱۷۶-۱۶۵.

[https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article\\_205.html](https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_205.html)

- رضانی، بهمن و لادن کاظمی‌راد (۱۳۸۶). شناخت نواحی مستعد کشت گیاه صنعتی آفتابگردان در جلگه شرق گیلان، مجله فضای جغرافیایی. سال هفتم. شماره ۱۹. صفحات ۱۴۲-۱۲۷.

<https://www.magiran.com/paper/640277>

- زینالی، محمد؛ علی‌اصغر جعفرزاده؛ فرزین شهبازی؛ شاهین اوستان (۱۳۹۵). ارزیابی کیفی، کمی و اقتصادی تناسب اراضی برای گندم، جو، ذرت و آفتابگردان در بخشی از دشت خوی. نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۵. شماره ۲. صفحات ۲۹-۱۵.

[https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article\\_5834.html](https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_5834.html)

- سلیقه، محمد؛ فرامرز بریمانی؛ مرتضی اسمعیل‌نژاد (۱۳۸۷). پهنه‌بندی اقلیمی استان سیستان و بلوچستان، جغرافیا و توسعه. دوره ۶. شماره ۱۲. صفحات ۱۱۶-۱۰۱.

[https://gdij.usb.ac.ir/article\\_1245.html](https://gdij.usb.ac.ir/article_1245.html)

- یزدان پناه، حجت‌اله؛ غلامعلی کمالی؛ زهرا حجازی‌زاده؛ پرویز ضیایان (۱۳۸۵). مکان‌گزینی اراضی مستعد کشت بادام در استان آذربایجان شرقی، مجله جغرافیا و توسعه، دوره ۴، شماره ۸، صفحات ۲۰۳-۱۹۳.

<https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=56714>

- Abagyeh, S. O. I., Idoga, S. and Agber, P.I. (2016). Land suitability evaluation for maize (*Zea mays*) production in selected sites of the Mid-Benue valley, Nigeria, *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 4(3): 46-51. <https://journalissues.org/wp-content/uploads/2016/03/Abagyeh-et-al.pdf>

- Anonymous, (2014). World reference base (WRB) for soil resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, FAO, Rome. <http://www.fao.org/publications/card/en/c/942e424c-85a9-411d-a739-22d5f8b6cc41/>

- Bagherzadeh, A. and Mansouri Daneshvar, M. R. (2014). Qualitative Land Suitability Evaluation for Wheat and Barley Crops in Khorasan-Razavi Province, Northeast of Iran, *Agricultural Research*, 3(2): 155-164. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40003-014-0101-2>

- Coyle, C., Creamer, R. E., Schulte, R. P., O'Sullivan, L., Jordan, P. (2016). A functional land management conceptual framework under soil drainage and land use scenarios. *Environmental Science & Policy* 56: 39-48. [https://catalogue.unccd.int/336\\_Article\\_1-s2.0-S1462901115ain.pdf](https://catalogue.unccd.int/336_Article_1-s2.0-S1462901115ain.pdf)

- El Baroudy, A. A. (2016). Mapping and evaluating land suitability using a GIS-based model. *Catena*. 140: 96-104. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816215301752>

- Jafarzadeh, A. A., and Abbasi, G. (2006). Qualitative land suitability evaluation for the growth of onion, potato, maize and alfalfa on soils of the Khalatpushan research station. *Biologia, Bratislava*, 19: 349- 352. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.578.9898&rep=rep1&type=pdf>

- مروج، کامران (۱۳۹۶). طبقه‌بندی و تناسب اراضی برای توسعه مناطق محروم در چهارچوب اقتصاد مقاومتی (مطالعه موردی: شهرستان ریگان، جنوب‌شرق استان کرمان)، فصلنامه جغرافیا و توسعه. سال پانزدهم. شماره ۴۸، صفحات ۱۵۲-۱۳۳.

[https://journals.usb.ac.ir/article\\_3352\\_e9223c2ce85c2597d4a62d733567fa04.pdf](https://journals.usb.ac.ir/article_3352_e9223c2ce85c2597d4a62d733567fa04.pdf)

- مروج، کامران؛ پریسا علمداری؛ محمدمیر دلور؛ مهدی فتحی (۱۳۹۶). مکان‌یابی برای کاشت گیاهان زراعی و باغی منتخب در اراضی منطقه آبیگ استان قزوین. نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۷، شماره ۳، صفحات ۱۰۵-۹۳.

[https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article\\_6666.html](https://water-soil.tabrizu.ac.ir/article_6666.html)

- مروج، کامران؛ محمدمیر دلور؛ وحیده نجفی (۱۳۹۷). اهمیت استفاده از روش‌های نوین آبیاری در افزایش اشتغال‌زایی و توسعه مناطق روستایی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی. جلد ۳۳، شماره ۲، صفحات ۱۹۰-۱۷۵.

<http://georesearch.ir/article-1-287-fa.html>

- منتخبی کلجاهی، ویدا؛ علی‌اصغر جعفرزاده؛ فرزین شهیازی (۱۳۹۲). ارزیابی کیفی تناسب اراضی ایستگاه تحقیقاتی کرکج برای چغندرقد، پیاز و گلرنگ با روش‌های محدودیت ساده و پارامتریک ریشه دوم، نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۳، شماره ۲، صفحات ۱۲-۱.

[https://journals.tabrizu.ac.ir/article\\_94\\_f00e3c0feaf7ba56fb7e273dd37399e0.pdf](https://journals.tabrizu.ac.ir/article_94_f00e3c0feaf7ba56fb7e273dd37399e0.pdf)

- موغلی، مرضیه (۱۳۹۳). امکان‌سنجی کشت زیتون براساس عوامل محیطی با استفاده از GIS در شهرستان بویراحمد، فصلنامه جغرافیای طبیعی. سال هفتم. شماره ۲۵، صفحات ۵۴-۴۳.

<https://www.sid.ir/fa/Journal/ViewPaper.aspx?id=274487>

- Storie, R. E. (1976). Storie Index Soil Rating. Special publication Div. Agricultural Science. No. 3203, University of California, Berkeley.  
<http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/3203.pdf>
- Sys, C., Van Ranset, E., Debaveye, J. (1991a). Land evaluation. Part I, Principle in land evaluation and crop production calculation. International Training Center for Post Graduate Soil Scientists, Ghent University, Gent, Belgium.  
<https://biblio.ugent.be/publication/223207>
- Sys, C., Van Ranset, E., Debaveye, J., Beernaert, F. (1993). Land evaluation, Part III, Crop requirements. General Administration for Development Cooperation Place, Brussels, Belgium.  
<https://biblio.ugent.be/publication/233235>
- Young, A. and Goldsmith, R. F. (1977). Soil survey and land evaluation in developing countries. A case Study in Malawi: the Geographical Journal, 143: 407-438.  
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=GB19780267082>
- Khidir, S.M. (1986). A statistical approach in the use of parametric systems applied to the FAO framework for land evaluation. [PhD Thesis.] State University Ghent, Belgium.  
<https://biblio.ugent.be/publication/8540966>
- Mahler, P.J. (1970). Manual of multipurpose land classification. Publ. No. 212. Soil Institute of Iran. Ministry of Agriculture, Tehran. 81p.  
[https://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu\\_t4c1731\\_67\\_001.pdf](https://library.wur.nl/isric/fulltext/isricu_t4c1731_67_001.pdf)
- Martin, D., and Saha, S. K. (2009). Land evaluation by integrating remote sensing and GIS for cropping system analysis in a watershed. Current science, 96(4), 569-575.  
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20093139111>
- Newhall, F., and Berdanier, C. R. (1996). Calculation of soil moisture regimes from the climatic record. Natural Resources Conservation Service, Soil Survey Investigation Report, No. 46, 13p.  
<http://www.sciepub.com/reference/66611>
- Soil Survey Staff, (2014). Keys to soil taxonomy. 12th ed. Washington (D.C.), United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service (NRCS), USDA.  
[https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/class/taxonomy/?cid=nrcs142p2\\_053580](https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/class/taxonomy/?cid=nrcs142p2_053580)

