

امکان‌سنجی توسعه باغات انجیر دیم در اراضی شیب‌دار با استفاده از پایگاه جهانی خاک (مطالعه موردی: اراضی خشک ابارق، کرمان)

ابراهیم اسعدی اسکویی^{۱*}، اصغر رحمانی^۲، سیدروح‌اله موسوی^۴ و بهاره دلسوزخاکی^۵

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۳)

چکیده

توجه همزمان به عوامل اقلیمی، خاک و زمین نما در امکان‌سنجی توسعه باغات به‌منظور توسعه پایدار بسیار حائز اهمیت است. استفاده از چارچوب ارزیابی تناسب اراضی فائو می‌تواند زیربنای خوبی برای این منظور فراهم آورد. در پژوهش حاضر از داده‌های پایگاه جهانی خاک (SoilGrids) در مدل‌سازی مکانی تناسب اراضی برای محصول انجیر دیم در بخشی از اراضی شیب‌دار منطقه ابارق در استان کرمان استفاده و بر اساس ویژگی‌های منتخب اقلیم، خاک و زمین نما، درجه تناسب این اراضی برای محصول انجیر دیم به روش ریشه دوم محاسبه شد. سپس مدل سازی مکانی آن در محیط نرم‌افزار GIS انجام شد. نتایج نشان داد که منطقه مورد مطالعه از نظر دما و رطوبت نسبی مناسب می‌باشد. با توجه به میزان بارندگی، استفاده از راهکارهای نوین برای تأمین آب مورد نیاز است. بر اساس نتایج تناسب اراضی بر مبنای روش فائو بیش از ۶۲ هزار هکتار معادل ۶۷ درصد از کل اراضی در کلاس تناسب کم (S3f) با محدودیت حاصل‌خیزی خاک از نظر میزان کربن آلی خاک کم‌تر از ۱ درصد قرار دارند. بعد از کلاس تناسب کم (S3)، بیشترین مساحت اراضی در کلاس تناسب اراضی متوسط (S2f) با محدودیت میزان کربن آلی با شدت کم‌تر قرار می‌گیرند. بنابراین استفاده از کودهای آلی و حیوانی برای کاهش میزان محدودیت حاصل‌خیزی خاک را می‌توان از مهم‌ترین موارد اصلاحی دانست. همچنین انتخاب ارقام مناسب و سازگار با شرایط منطقه، احداث سامانه‌های استحصال آب باران و بسترسازی مناسب چاله‌های کاشت توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: ارزیابی تناسب اراضی، اراضی دیم، مدل‌سازی رقومی

۱- استادیار پژوهشی، پژوهشکده اقلیم‌شناسی و تغییر اقلیم، پژوهشگاه هواشناسی و علوم جو، مشهد، ایران.

۲- دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۳- دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۴- محقق، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

* پست الکترونیک: e.asadi.o@gmail.com

مقدمه

ارزیابی توان اکولوژیک برای توسعه باغ، گام بسیار مهمی در فرایند توسعه پایدار سرزمین است. در این زمینه، ارزیابی تناسب سرزمین نقشی اساسی در تعیین تناسب یا ارزیابی توان اکولوژیک هر منطقه برای کاربری‌های مدنظر از جمله توسعه باغ دارد (باقری بداع‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۹). در مرحله امکان‌سنجی توسعه باغات، توجه هم‌زمان به عوامل اقلیمی، خاک و زمین‌نما با استفاده از چارچوب ارزیابی تناسب اراضی فائو مهم‌ترین بخش می‌باشد (زین‌الدینی‌میمند و همکاران، ۱۳۹۸). در مطالعات ارزیابی اراضی، پتانسیل کشت گیاهان زراعی و باغی با هدف دستیابی به تولید پایدار مورد مطالعه قرار می‌گیرد (وفابخش و همکاران، ۱۳۹۸). در همین راستا، در هنگام ورود به یک منطقه، برای احداث باغ دیم باید به ویژگی‌های جغرافیایی، میزان و پراکنش بارش، حداقل و حداکثر دما، نوع و عمق خاک، آفات و بیماری‌ها و نیروی کارگری در دسترس توجه شود (توکلی و همکاران، ۱۳۹۷). اراضی شیب‌دار فرصتی برای کارآفرینی و بهره‌وری بهینه از زمین است به شرط این که با رعایت نکات فنی و بهره‌مندی از علم و تجربه به بهترین شکل احیاء و نگهداری گردند (زارع، ۱۳۹۷). مناسب‌ترین بستر برای احداث باغات دیم، دامنه‌هایی است که دارای جریان زیرقشری رطوبت بوده و منطبق بر اراضی کوهپایه‌ای و آبرفتی تغییر کاربری یافته می‌باشند (قیطوری و همکاران، ۱۳۹۷). مطالعات پیشین بیشتر بر امکان‌سنجی کشت محصولات دارویی و زراعی آلوئه‌ورا (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱) کلزا و چغندرقد (امیدوار و همکاران، ۱۳۹۳؛ جواهری و همکاران، ۱۳۹۶) و زعفران (رجبی و همکاران، ۱۳۹۵) با استفاده از داده‌های اقلیمی (بارندگی، دما و رطوبت نسبی) و مدل‌سازی رقومی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی متمرکز بوده‌اند و در کم‌تر مطالعه‌ای محققین به امکان‌سنجی کشت محصولات باغی به‌ویژه انجیر دیم در اراضی شیب‌دار بر اساس رویکردهای مورد نظر در این پژوهش پرداخته‌اند.

در سال‌های اخیر توسعه باغات دیم در قالب پروژه ملی اراضی شیب‌دار در دستورکار معاونت باغبانی وزارت جهاد کشاورزی قرار گرفته است (بی‌نام، ۱۳۹۶). در این راستا، مطالعات امکان‌سنجی برای محصولات باغی زیتون (میرموسوی و اکبری، ۱۳۸۹) در استان کرمانشاه، زرشک،

عنان‌انار، پسته در استان خراسان جنوبی (بی‌نام، ۱۳۹۶) با استفاده از داده‌های اجمالی (۱:۲۵۰۰۰۰) اقلیم، خاک و زمین‌نما و همچنین چندین مطالعه با استفاده از روش‌های فائو (پارامتریک) در سطح نیمه‌تفصیلی مبتنی بر داده‌های بهنگام خاک و ویژگی‌های هواشناسی توسط باقری بداع‌آبادی و همکاران (۱۳۹۹) در شهرستان سامان چهارمحال بختیاری برای محصولات زردآلو، بادام، سیب، هلو و انگور، مروج و همکاران (۱۳۹۶) در دشت آبیگ قزوین برای محصولات سیب، گلابی و گردو و همچنین تصمیم‌گیری چند معیاره سلسله‌مراتبی توسط سالاس‌لوپز^۱ و همکاران (۲۰۲۰) برای محصول قهوه در نواحی تحت کشت کشور پرو، اجرا گردیده است. برای محصول انجیر به عنوان یک محصول اقتصادی و مقاوم به کم‌آبی در نواحی مستعد استان فارس، مطالعه امکان‌سنجی با استفاده از رویکرد مدل‌سازی منطق‌فازی مبتنی بر داده‌های سنجش از دور در سامانه اطلاعات جغرافیایی به‌منظور شناسایی نواحی مستعد مشابه با انجیرستان‌های استهبانات انجام شد (شمس‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۷). اما در پژوهش‌های اشاره شده به‌دلیل دخیل نبودن ویژگی‌های خاک در فرآیند محاسبات امکان‌سنجی و مدل‌سازی کیفی، عدم ارائه نقشه‌های پراکنش مکانی اراضی مستعد، عدم استفاده از محاسبات با لایه‌های با مبنای رقومی، استفاده از نتایج خاک‌رخ‌های شاهد و تعمیم نتایج آن‌ها به کل نقشه واحدهای اراضی، تهیه لایه‌های اطلاعاتی ویژگی‌های با روش‌های زمین‌آماری و تکنیک‌های درون‌یابی که بعضاً فاقد دقت کافی نسبت به روش‌های یادگیری ماشین می‌باشند را می‌توان از مهم‌ترین کمبودهای تحقیقات پیشین برشمرد که در این پژوهش سعی شده بر مبنای اهداف و رویکردهایی که تعریف شده است گامی به سوی ارتقا سطح مطالعات امکان‌سنجی برداشته شود.

منابع داده‌های مکانی مختلفی از قبیل پایگاه ملی اطلاعات خاک کشور ایران در سطح مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ می‌باشد (زراعت‌پیشه^۲ و همکاران، ۲۰۲۰) و در سطح جهان، پایگاه همسان‌سازی جهانی خاک^۳ علاوه بر پایگاه داده رقومی Soil Grids (هنگل^۴ و همکاران، ۲۰۱۷) وجود دارند که در این میان HWSO شامل مجموعه‌ای از اطلاعات

1. Salas López
2. Zeraatpishheh
3. Harmonized world soil database (HWSO)
4. Hengl

آتشفشانی می‌باشد (نقشه زمین‌شناسی کشور، ۱:۱۰۰۰۰۰). کاربری فعلی اراضی منطقه اراضی کشاورزی، باغات توسعه‌یافته و مراتع غیرشور می‌باشند. در ناحیه مرکزی دهستان ابارق به میزان ۲۰۰۰ هکتار باغات پسته احداث شده که دارای پتانسیل توسعه سایر محصولات باغبانی نیز می‌باشد.

اطلاعات هواشناسی منطقه از ایستگاه‌های هواشناسی موجود مربوط به یک دوره زمانی بلند مدت (۳۰ سال) دریافت گردید که خلاصه‌ای از مهم‌ترین ویژگی‌های آن در جدول ۱ ارائه گردیده است. براساس اطلاعات موجود، تیرماه با داشتن میانگین دمای ۲۹/۹ درجه سانتی‌گراد و حداقل میزان رطوبت نسبی برابر ۱۹٪ گرم‌ترین و خشک‌ترین ماه سال و دی‌ماه با میانگین دمای ۶/۹۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۹٪ سردترین و مرطوب‌ترین ماه سال می‌باشد.

ارزیابی تناسب اراضی

شاخص اقلیم

در روش پارامتریک برای محاسبه شاخص اقلیمی نیازهای آب‌وهوایی محصول مدنظر با ویژگی‌های آب‌وهوایی منطقه مورد مطالعه، تطبیق داده شده و درجات مربوط به هر کدام از مشخصه‌ها تعیین می‌شود (سایس^۴ و همکاران، ۱۹۹۱). در این روش با استفاده از جداول نیازهای اقلیمی هر محصول به هریک از ویژگی‌های اقلیمی یک درجه‌بندی عددی (بین ۰ و ۱۰۰) اختصاص داده می‌شود. معیارهای اقلیمی مدنظر برای محاسبه درجه اقلیم منطقه بر اساس مطابقت نیازهای اکولوژیک گیاه انجیر باتوجه به جداول تهیه شده توسط متخصصین موسسه تحقیقات خاک و آب (زین‌الدینی‌میمند و همکاران، ۱۳۹۸) انتخاب شده و مورد بررسی قرار گرفتند. از درجه‌بندی‌های عددی به دست آمده برای گروه‌های اقلیمی، برای تعیین شاخص اقلیمی^۵ استفاده می‌شود. به این ترتیب که کم‌ترین درجه محاسبه شده در هر گروه اقلیمی، نماینده آن گروه برای محاسبات بعدی محسوب می‌گردد. دلیل این انتخاب، وجود اثر برهم کنش بسیار بالای ویژگی‌های اقلیمی گروه‌ها می‌باشد. محاسبه شاخص اقلیم بر اساس روش پارامتریک-ریشه دوم بوسیله رابطه ۱ صورت می‌پذیرد (خیدیر^۶، ۱۹۸۶).

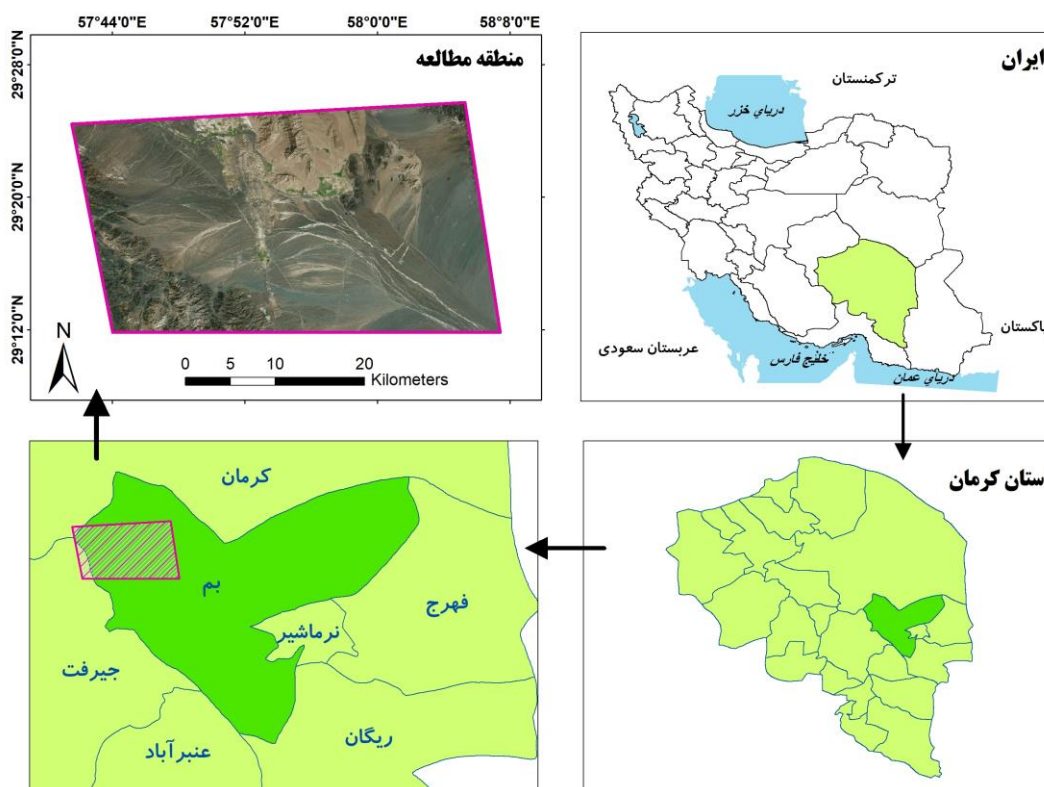
بروزرسانی شده در سطح منطقه‌ای و ملی است که دارای وضوح مکانی بسیار اجمالی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰۰۰ می‌باشد (ویدر^۱ و همکاران، ۲۰۱۴) که از طرفی به دلیل داشتن ماهیت مرزبندی و استفاده از اطلاعات تعمیمی پروفیل‌های شاهد دارای دقت مکانی پایین برای مطالعات امکان‌سنجی می‌باشد، اما پایگاه Soil Grids با استفاده از ۲۴۰۰۰۰ داده خاک، ۴۰۰ لایه محیطی و همچنین مدل سازی مکانی با الگوریتم‌های نوین یادگیری ماشین با وضوح مکانی متوسط (اندازه سلول ۲۵۰ متر) برای کل دنیا تهیه گردیده است (دوسا^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). بنابراین با وجود چنین پایگاه داده‌ای، پژوهش حاضر با هدف استفاده از داده‌های موجود در اعماق استاندارد جهانی (۱۰۰-۲۰۰، ۶۰-۱۰۰، ۳۰-۶۰، ۱۵-۳۰، ۵-۱۵ و ۵-۳۰ سانتی‌متر)، مدل رقومی ارتفاع با وضوح مکانی ۳۰ متر و داده‌های اقلیمی به‌منظور تهیه نقشه‌های امکان‌سنجی توسعه باغات انجیر دیم در بخشی از اراضی ابارق با شرایط اقلیمی خشک با استفاده از روش پارامتریک-ریشه دوم اصلاح شده در چارچوب فائو، در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با وسعت ۹۲۶۱۵ هکتار بخش ابارق از توابع شهرستان بم را در بر می‌گیرد که در فاصله ۱۲۶ کیلومتری شهر کرمان و در یک منطقه کوهستانی با موقعیت مکانی ۵۹۱۴۰۴ متر طول شرقی و ۳۲۵۰۲۷۰ متر عرض شمالی با ارتفاع ۱۶۵۲ متر قرار دارد (شکل ۱). براساس نقشه خرد اقلیم کشاورزی ایران (اسعدی اسکویی^۳ و همکاران، ۲۰۲۲)، اراضی این منطقه در کلاس خرد اقلیمی گرم خشک (دمای میانگین سالانه ۱۸/۵ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد و متوسط مجموع بارش سالانه بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ میلی‌متر) قرار دارند. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های منطقه بر اساس نقشه رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران (بنائی، ۱۳۷۷) به‌ترتیب شامل اردیک و هایپرترمیک می‌باشد. مواد مادری غالب سازنده خاک‌های منطقه شامل تراس‌های رسوبی، کفه‌های رسی، مارن آهکی و گچی به همراه بازالت با منشا مواد

4. Sys
5. Climate index
6. Khidir

1. Wieder
2. de Sousa
3. Asadi Oskouei



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه نسبت به استان به شهر بهم، استان کرمان و کشور به همراه اراضی مستعد توسعه انجیر دیم

جدول ۱- میانگین اطلاعات اقلیمی بلند مدت ۳۰ ساله در منطقه ابارق (سازمان هواشناسی کشور)

فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	
۱۹/۶	۲۴/۱	۲۸/۲	۲۹/۹	۲۷/۸	۲۵/۳	۲۱/۴	۱۶/۱	۹/۵۰	۶/۹۰	۸/۸۰	۱۳/۸	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)
۱۲/۴	۱۷	۲۰/۹	۲۲/۶	۲۰/۷	۱۷/۶	۱۳/۴	۸/۷۰	۳/۲۰	۱/۴۰	۲/۹۰	۷/۶۰	میانگین حداقل (درجه سانتی‌گراد)
۲۶/۶	۳۱/۳	۳۵/۴	۳۷/۲	۳۵	۳۳	۲۹/۲	۲۳/۵	۱۵/۸	۱۲/۵	۱۴/۷	۲۰	میانگین حداکثر (درجه سانتی‌گراد)
۳۰	۲۵	۲۱	۱۹	۲۰	۲۳	۲۸	۳۴	۴۳	۴۹	۴۳	۳۷	میانگین ماهانه رطوبت نسبی (درجه سانتی‌گراد)
۱۹/۲	۸/۷	۱/۵	۱/۹	۱/۷	۱/۳	۵/۲	۸/۷	۱۸/۳	۳۶/۷	۴۱/۹	۳۴/۹	میانگین بارندگی ماهانه (میلی‌متر)

جدول ۲ کلاس تناسب اقلیمی منطقه برای کاربری مورد نظر مشخص می‌شود. سپس با استفاده از شاخص اقلیمی به دست آمده و روابط ۲ و ۳ درجه‌بندی اقلیمی محاسبه می‌شود (سایس و همکاران، ۱۹۹۳).
در روابط فوق به ترتیب شاخص اقلیم (CI) و درجه اقلیم (CR) می‌باشند.

ورودی‌های این رابطه نماینده‌های گروه‌های اقلیمی خواهند بود. سپس از این شاخص برای تعیین شاخص نهایی خاک^۱ و اراضی^۲ استفاده می‌شود.

$$CI = R_{\min} \times \sqrt{\frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times \frac{C}{100}} \times \dots \quad (1)$$

R_{\min} : کم‌ترین درجه تخصیص داده شده به مشخصه‌های مورد بررسی است. بر پایه شاخص اقلیمی به دست آمده و

1. Soil Index
2. Land Index

$$25 < CI < 92.5 \quad CR = 16.67 + 0.9 * CI \quad (۲)$$

$$CI < 25 \quad CR = 1.6 * CI \quad (۳)$$

جدول ۲- جدول کلاس‌های تناسب به روش پارامتریک (سایس و همکاران، ۱۹۹۱)

شاخص	توصیف	کلاس‌های تناسب
۷۵-۱۰۰	خیلی مناسب	S1
۵۰-۷۵	نسبتاً مناسب	S2
۲۵-۵۰	تناسب بحرانی	S3
۱۲/۵ - ۲۵	نامناسب	N1
۰ - ۱۲/۵	نامناسب	N2

شاخص اراضی

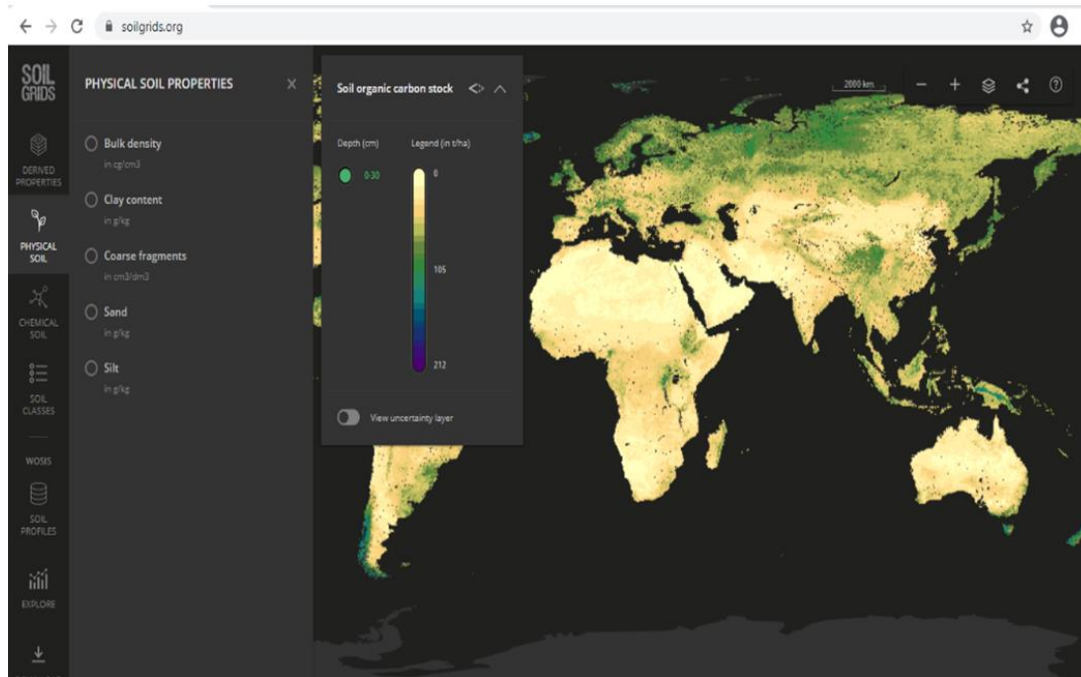
در محاسبه شاخص اراضی، اطلاعات مربوط به سرزمین مانند شیب و ویژگی‌های خاک برای ارزیابی مورد استفاده قرار می‌گیرند. ویژگی‌های خاک مورد استفاده در این پژوهش شامل درصد کربن آلی، اسیدیته خاک، درصد سنگریزه و کلاس‌های بافت خاک و عمق خاک بودند که به صورت رقومی از پایگاه جهانی Soil Grid (شکل ۲) در اعماق ۰-۵، ۵-۱۵، ۱۵-۳۰، ۳۰-۶۰، ۶۰-۱۰۰ و ۱۰۰-۲۰۰ سانتی‌متر (برای ویژگی‌های خاکی اسیدیته خاک (pH)، درصد کربن آلی خاک، درصد حجمی سنگریزه، درصد اندازه ذرات شامل رس، سیلت و شن و لایه‌های عمق خاک با وضوح مکانی ۲۵۰ متر استخراج و بر اساس جداول استاندارد ضرائب وزنی عمق (سایس و همکاران، ۱۹۹۱) برای گیاهان چندساله (مانند انجیر) برای بخش‌های مختلف خاکرخ محاسبه گردیدند. نقشه رقومی درصد شیب نیز به عنوان ویژگی زمین‌نما، با استفاده از مدل رقومی ارتفاع ماهواره ASTER با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر محاسبه و استفاده شد. سپس هر یک از متغیرها با استفاده از جدول نیازهای خاک و سرزمین برای محصول مورد نظر درجه‌بندی شد. درجات محاسبه شده به همراه درجه اقلیمی وارد رابطه ۱ شده و شاخص اراضی به دست آمد. استفاده از شاخص اراضی اصلاح نشده سبب می‌شود تا کلاس‌های تناسب اراضی پایین‌تر از کلاس واقعی بدست آیند، بنابراین در این پژوهش پس از محاسبه درجه نهایی شاخص اراضی برای نقشه رقومی نهایی تناسب اراضی از شاخص‌های اراضی اصلاح شده مربوط به روش پارامتریک-ریشه دوم که توسط (سایس و همکاران ۱۹۹۱) تدوین شده، استفاده گردید (شکل ۳). در نهایت نقشه رقومی درجات تناسب

اراضی انجیر در منطقه مورد مطالعه با استفاده از جدول ۲ به کلاس‌های متناظر تناسب اراضی مربوط به خود تبدیل شدند.

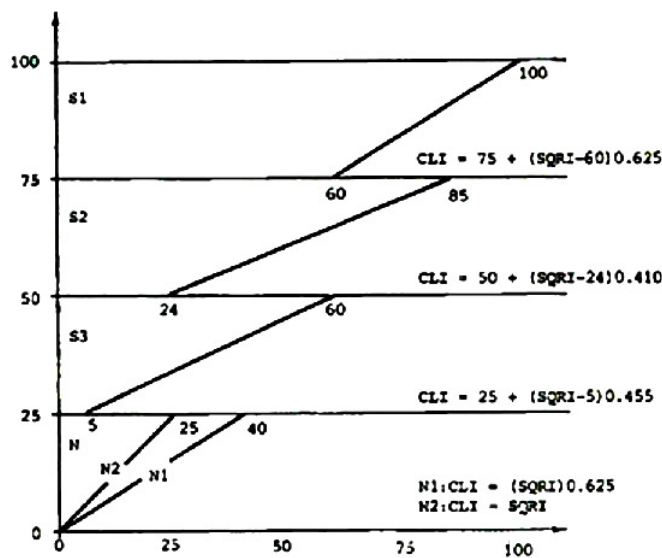
مدل‌سازی مکانی تناسب اراضی

نقشه رقومی ویژگی‌های خاک استخراج شده از پایگاه Soil Grids با وضوح مکانی ۲۵۰ متر با استفاده از تابع بازطبقه‌بندی^۱ در محیط نرم‌افزار ArcMap نسخه ۱۰.۶.۱ با توجه به دامنه استاندارد تعریف شده برای محصول انجیر (موسسه خاک و آب، ۱۳۹۸) طبقه‌بندی گردید و به فرمت برداری تبدیل و در دامنه استاندارد ۰-۱۰۰ بر اساس درجه‌بندی ارائه شده در روش پارامتریک-ریشه دوم برای هر یک از دامنه‌های استاندارد شیب مربوط به محصول انجیر ارزش‌دهی شد. همچنین نقشه درصد شیب با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر به قدرت تفکیک ۲۵۰ متر مشابه با لایه‌های استاندارد ویژگی‌های خاک Soil Grids با استفاده از تابع باز نمونه‌گیری^۲ گردید. سپس لایه‌های اقلیمی حاصل از میانگین دما و رطوبت نسبی ماهانه به دلیل گستره کمتر منطقه مورد مطالعه به صورت یک لایه رقومی یکسان در کل منطقه استفاده گردید. پس از استاندارد نمودن ویژگی‌های خاک، درصد شیب و لایه‌های اقلیمی با استفاده از جداول نیازهای محصول انجیر ارائه شده توسط موسسه خاک و آب (زین‌الدینی‌میمند و همکاران، ۱۳۹۸) و معادله ریشه دوم در محیط محاسبات رستری (Raster calculator) نقشه رقومی کلاس‌های تناسب اراضی استخراج گردید. نمای کلی پژوهش در شکل ۴ ارائه گردیده است.

1. Reclassify
2. Resampling (bilinear)



شکل ۲-نمایی از پایگاه جهانی داده‌های خاک مورد استفاده در این پژوهش با وضوح مکانی ۲۵۰ متر (Soilgrids.org)



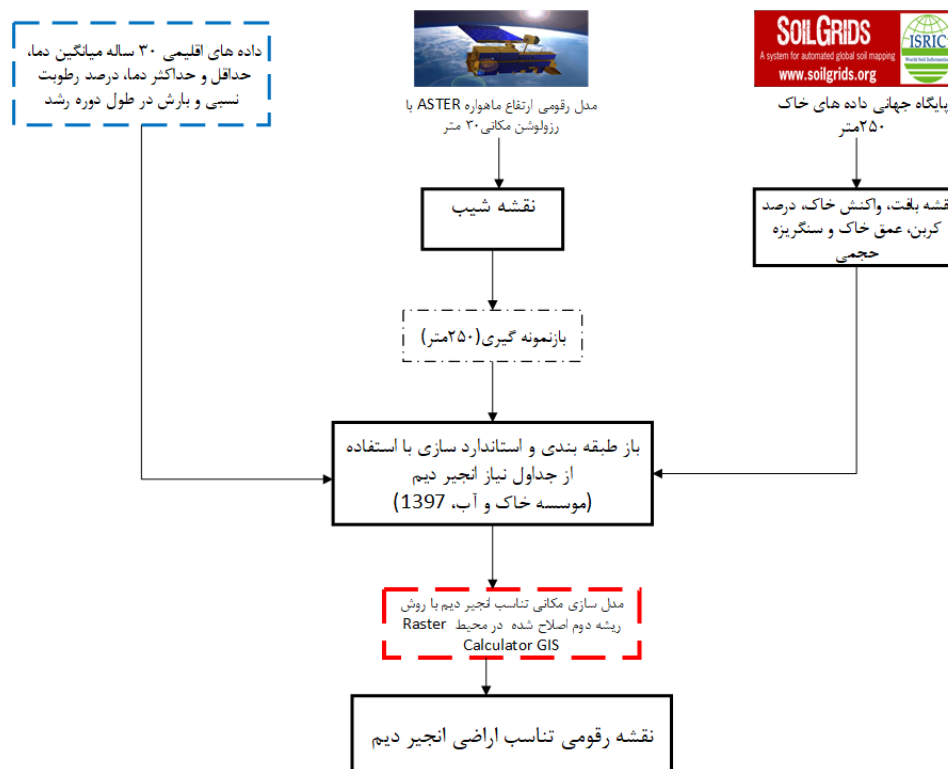
شکل ۳- ارتباط بین شاخص اراضی اصلاح شده و شاخص‌های اراضی اصلاح نشده روش ریشه دوم

نتایج و بحث

محاسبات اقلیمی

انجیر با جداول استاندارد نیاز اقلیمی این محصول نشان داد که دمای سردترین ماه سال با درجه تناسب ۸۰/۵ محدودکننده‌ترین عامل دمایی بوده و درجه تناسب رطوبت نسبی مرحله گلدهی ۹۵ می‌باشد. به این ترتیب اقلیم منطقه مورد مطالعه با درجه نهایی ترکیبی ۷۸/۵ برای کشت انجیر در کلاس مناسب S₁ قرار می‌گیرد. میزان بارش سالیانه در این منطقه ۱۸۰ میلی‌متر است که بیش‌ترین میزان پراکنش آن در دی ماه تا فرودین براساس داده‌های بلند مدت هواشناسی منطقه مشاهده

براساس نتایج جدول ۳ طول دوره رشد محصول انجیر به مدت ۲۴۰ روز از ۲۰ اسفند تا ۱۵ آبان براساس نظر کارشناسان باغبانی آشنا با شرایط اقلیمی منطقه و همچنین بررسی شرایط کشت انجیر دیم در منطقه استهبان به‌عنوان یک منطقه با سطح قابل توجه کشت انجیر دیم در کشور طول دوره رشد محصول انجیر نهایی گردید. نتایج محاسبات تطبیق نیازهای اقلیمی محصول



شکل ۴- روندنمای کلی اجرای پژوهش

جدول ۳- نتایج تناسب اقلیمی انجیر دیم در اراضی ابارق

دوره‌های رشد	ویژگی اقلیمی	مقدار	درجه	درجه نهایی	کلاس نهایی اقلیم
۲۰ اسفند تا ۱۵ آبان	میانگین دما در طول دوره رشد	۲۴/۱	۹۹/۷۵		
۶ اردیبهشت تا ۲۰ اردیبهشت	میانگین دمای زمان گلدهی	۲۴/۱	۸۸/۳۳		
دی ماه	دمای سردترین ماه	۶/۹	۸۰/۵	۷۸/۵	S1
۶ اردیبهشت تا ۲۰ اردیبهشت	متوسط درصد رطوبت نسبی زمان گلدهی	۲۵	۹۵		

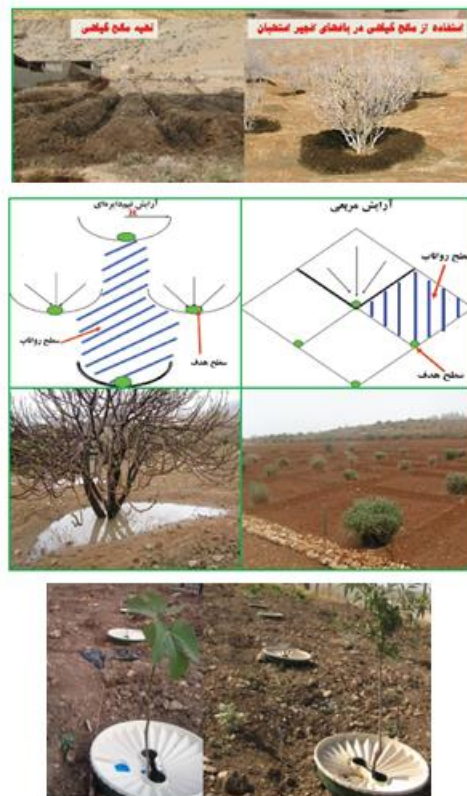
عناص، انار، بادام و پسته) با شرایط بارندگی کمتر از ۱۸۰ میلی‌متر مشابه با این منطقه با مدیریت مناسب توسعه داده شده‌اند (بی‌نام، ۱۳۹۶). در شکل ۵ برخی از راهکارهای نوین احداث باغ در شرایط بارندگی کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر توسط پژوهشگران ارائه شده است (توکلی و همکاران، ۱۳۹۷).

ویژگی‌های خاک و زمین نما

براساس نتایج ارائه شده در جدول ۴ از میزان ۹۲۶۱۵ هکتار اراضی مورد بررسی برای تناسب انجیر دیم با توجه به تنوع واحدهای فیزیوگرافی کوه، تپه، دشت دامنه‌ای، واریزه‌های بادبزی شکل و دشتهای سیلابی، بیش از ۶۲ هزارهکتار در کلاس تناسب کم (S3f) با محدودیت حاصل‌خیزی خاک از نظر میزان کربن آلی خاک با مقادیر کمتر از ۱ درصد که سطحی معادل ۶۷ درصد از کل

گردید (جدول ۱). از لحاظ میزان بارش سالیانه در منابع مختلف برای توسعه باغ انجیر دیم دامنه ۲۵۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر را به‌عنوان یک محدوده مناسب گزارش نموده‌اند، با این حال در مناطقی با میزان بارش سالیانه کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر با انجام یکسری نکات فنی در زمان کاشت محصولات امکان توسعه کشت باغات دیم را دور از ذهن نمی‌دانند (توکلی و همکاران، ۱۳۹۷). از طرفی با وجود تکنولوژی‌های واترباکس^۱ می‌توان با طراحی سامانه‌های استحصال باران، بستر کشت غنی شده با مواد آلی و سوپرجاذب‌های حفظ‌کننده رطوبت در دو سال اول کشت زمینه کشت پایدار را برای استقرار و رشد درخت انجیر در این منطقه فراهم نمود. همچنین با استفاده از سامانه‌های نوین استحصال آب باران، محصولات متنوع باغی (زرشک،

1. Water box



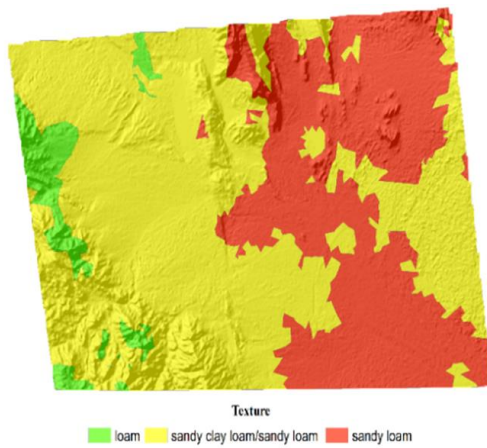
شکل ۵- بستر آلی کشت، سامانه‌های استحصال آب باران و تکنولوژی واترباکس (توکلی و همکاران، ۱۳۹۷)

جدول ۴- مساحت و درصد مساحت کلاس و زیرکلاس تناسب اراضی ابارق

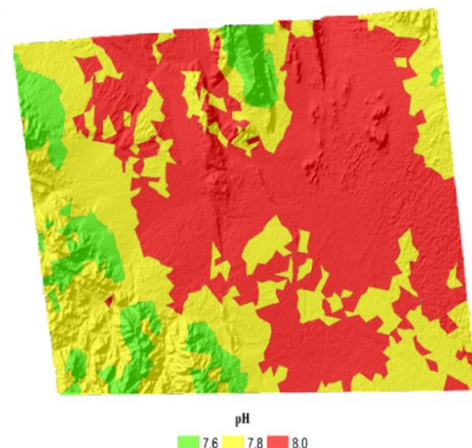
درصد	هکتار	کلاس و تحت کلاس تناسب اراضی
۰/۸۱	۷۵۳	S1
۲۳/۶	۲۱۸۲۳	S2f
۷/۷۹	۷۲۱۹	S2t
۶۷/۱	۶۲۱۵۴	S3f
۰/۷۲	۶۶۵	S3t
۱۰۰	۹۲۶۱۵	مساحت

میزان محدودیت حاصل‌خیزی خاک است که باید مدنظر قرار گیرد. علی‌رغم اینکه محدودیت اصلی اراضی مورد مطالعه کمبود شدید درصد کربن آلی می‌باشد، اما پس از آن فراوانی سنگریزه سطحی و زیرسطحی یکی دیگر از محدودیت‌های موجود در منطقه برای کشت انجیر دیم می‌باشد که در همین راستا مروج و همکاران (۱۳۹۵) در مطالعه تناسب اراضی برخی از مهم‌ترین محصولات باغی بر روی مخروط افکنه‌های دشت آبیک حضور مقادیر سنگ و سنگریزه در اندازه‌های متوسط تا درشت را محدودیت اصلی اراضی گزارش نمودند. در مطالعه‌ای که در کل پهنه استان فارس با هدف امکان‌سنجی کشت انجیر صورت پذیرفت محققین عوامل اقلیمی را مهم‌ترین فاکتور تأثیر

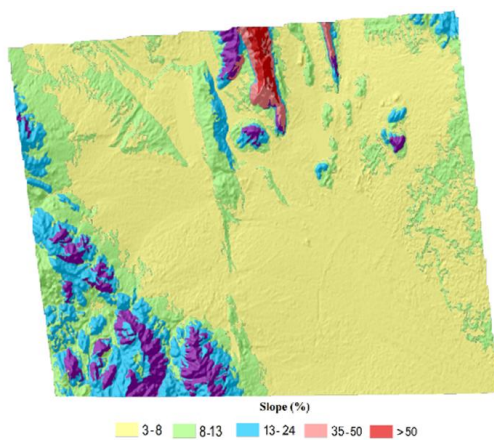
وسعت اراضی مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است که با مدیریت مناسب چاله‌های کاشت و پر نمودن آن‌ها با مواد آلی و کودهای حیوانی پوسیده می‌توان درجه تناسب را اصلاح نمود. همچنین کلاس و تحت کلاس تناسب متوسط (S2f) با مساحتی معادل ۲۳/۶۰ درصد از کل مساحت منطقه را شامل می‌شوند و تنها ۷۵۳ هکتار معادل ۰/۸۱ درصد از مساحت در کلاس مناسب (S1) و فاقد هرگونه محدودیت قرار دارند (شکل ۶). بنابراین انجام اقدامات افزایش توان حاصل‌خیزی خاک از طریق اضافه نمودن کودهای آلی به‌خوبی فرآوری شده در زمان کاشت و همچنین افزودن دوره‌ای آن‌ها براساس نتایج آزمون خاک در منطقه از مهم‌ترین موارد اصلاحی برای کاهش



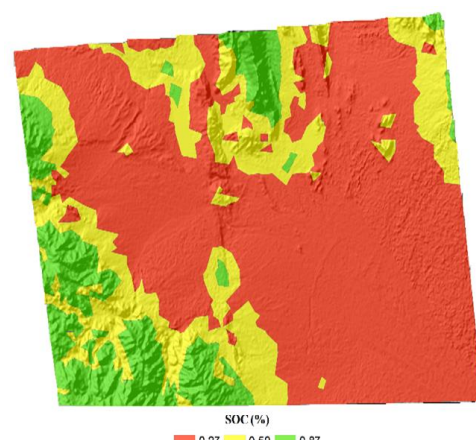
(ب)



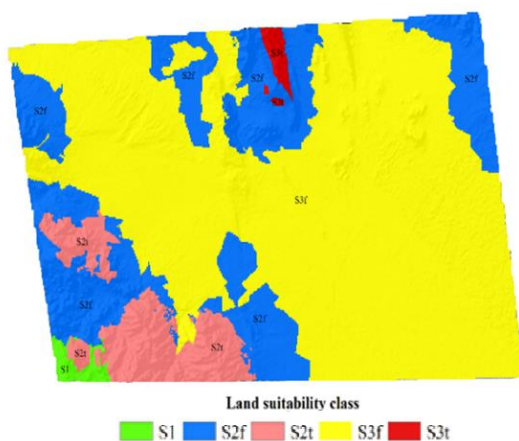
(الف)



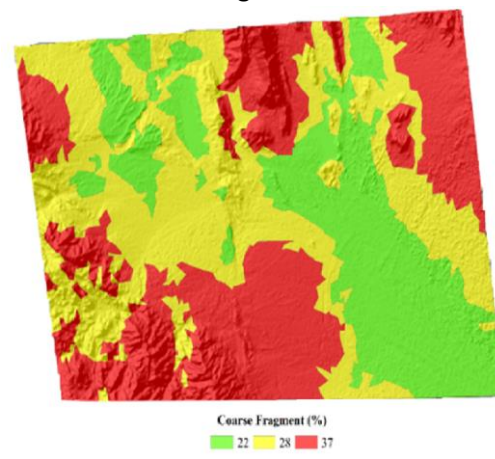
(د)



(ج)



(و)



(ه)

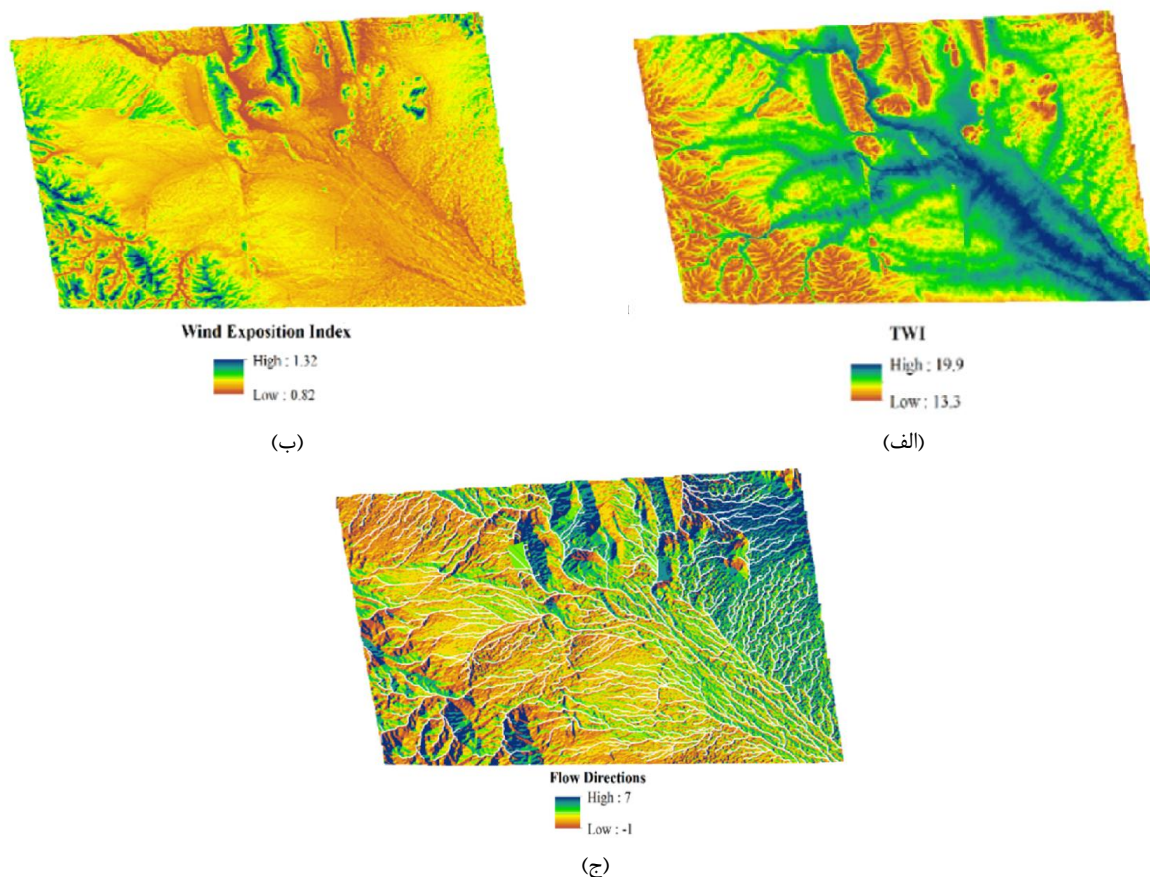
شکل ۶- نقشه پراکنش مکانی میانگین وزنی، الف) واکنش خاک، ب) بافت، ج) درصد کربن آلی، د) درصد سنگریزه، ه) درصد شیب و نقشه نهایی کلاس تناسب و زیر کلاس انجیر دیم

کشت محصولات باغی در استان کرمانشاه عوامل اقلیمی و فاکتور دما را مهم‌ترین عامل محدودکننده معرفی نمودند. از طرفی چنین به نظر می‌رسد انتخاب ارقام مناسب و

گذار بر روی توسعه کشت انجیر گزارش نمودند (شمس الدینی و همکاران، ۱۳۹۷). برخلاف نتایج پژوهش حاضر میرموسوی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه امکان‌سنجی

لزوم با احداث سامانه‌های استحصال آب باران و بسترسازی مناسب چاله‌های کاشت با حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از تبخیر سطحی از رطوبت زیرقشری برای احداث باغ دیم انجیر استفاده نمود (توکلی و همکاران، ۱۳۹۷). در نهایت پیشنهاد می‌شود تا با انجام یک مطالعه در سطح نیمه-تفصیلی دقیق به همراه بررسی میدانی با حفر خاک‌رخ و تعداد مشاهده کافی تا عمق ۲ متری، وضعیت خاک‌ها از نظر محدودیت‌های احتمالی درصد گچ، آهک و شوری بررسی شود.

سازگار با شرایط منطقه خود یکی دیگر از مواردی است که می‌توان ضمن استفاده از اقدامات اصلاحی در اراضی از آن بهره برد که در همین راستا (شمس‌الدینی و همکاران، ۱۳۹۷) معتقدند انتخاب یک گونه گیاهی مناسب با توجه به پتانسیل منطقه، می‌تواند علاوه بر افزایش راندمان تولید، بسیاری از هزینه‌های اضافه و غیرضروری را برای کشاورزان و باغداران برطرف نماید. همچنین می‌توان از نقشه‌های شاخص خیسی، اراضی در معرض باد و خطوط جریان آب (شکل ۷) به منظور شناسایی نواحی با شرایط مختلف بهره برد تا در صورت



شکل ۷- نقشه پراکنش مکانی الف) شاخص خیسی، ب) توپوگرافی در معرض باد و ج) شبکه آبراهه‌ها

برای جبران ذخیره رطوبتی مورد نیاز از سامانه‌های استحصال باران، تکنولوژی واترپاکس در ۲ سال اول کشت نهال استفاده نمود. نتایج ویژگی‌های خاک مستخرج از پایگاه جهانی خاک نشان داد که پایین بودن میزان کربن آلی خاک سبب کاهش عملکرد محصول خواهد شد که با استفاده از مدیریت مناسب می‌توان این محدودیت‌ها را به راحتی در دوره پنج‌ساله برطرف و اقدام به حفظ حاصل‌خیزی و حتی رطوبت خاک نمود. بنابراین بستر

نتیجه‌گیری کلی

نتایج ارزیابی تناسب اراضی کیفی برای محصول انجیر دیم نشان داد که با توجه به مناسب بودن میانگین دما و رطوبت نسبی می‌توان در این منطقه اقدام به کشت انجیر دیم نمود. از نظر وضعیت بارش با مجموع ۱۸۰ میلی‌متر در سال و به دلیل کم‌تر بودن از مقدار توصیه شده برای توسعه کشت باغات دیم (۲۵۰-۴۰۰ میلی‌متر) می‌توان

سازی مناسب محل حفر چاله‌ها با استفاده از کودهای آلی و پوسیده حیوانی همراه با مواد سوپرچاذب، زیر نظر کارشناسان باغبانی و انتخاب ارقام مناسب (انجیر رقم سبز

استهبان) و سازگارتر با شرایط کم آبی به‌منظور اقدام به توسعه کشت انجیر توصیه می‌شود.

منابع

- امیدوار، ک.، مزیدی، ا. و دوست‌مرادی، س. ۱۳۹۳. امکان‌سنجی اقلیمی کشت کلزا در استان کرمانشاه. جغرافیا و توسعه، ۳۵(۱۲): ۹۷-۱۱۶.
- باقری بداغ‌آبادی، م.، ابراهیمی‌میمنند، ف.، محنت‌کش، ع.ا. و موسوی، س.ا. ۱۳۹۹. ارزیابی تناسب سرزمین برای کاربری باغ مطالعه موردی: شهرستان سامان، استان چهارمحال و بختیاری. جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۳۱(۱): ۵۳-۷۲.
- بنائی، م.ح. ۱۳۷۷. نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰. موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران. ایران.
- بی‌نام، ۱۳۹۶. تناسب اقلیمی استان خراسان جنوبی جهت احداث باغ‌های دیم در اراضی شیب‌دار. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، ۲۰ ص.
- توکلی، ع.، کاووسی، ب. و حاجی‌وند، ش. ۱۳۹۷. راهنمای فنی و کاربردی احداث باغ‌های دیم. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. معاونت ترویج، ۳۲ ص.
- جواهری، م.ع.، نادى، م. و نجفی‌نژاد، ح.ر. ۱۳۹۶. پهنه‌بندی اقلیمی و امکان‌سنجی کشت چغندرقلند پاییزه در استان کرمان. چغندرقلند، ۳۳(۲): ۱۴۹-۱۶۱.
- رجبی، ز.، غیور، ح.ع.، بهیار، م.ب.، گندمکار، ا. و عزتیان، و. ۱۳۹۵. امکان‌سنجی نواحی مستعد کشت زعفران در استان اصفهان بر اساس مدل نسبت‌دهی. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۱: ۱۳-۱۸.
- زارع، ح. ۱۳۹۷. روش احداث باغ انجیر در اراضی شیب‌دار. نشریه ترویجی. مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، پژوهشکده مرکبات و میوه‌های نیمه‌گرمسیری، ۲۵ ص.
- زین‌الدینی‌میمنند، ع.، اسکندری، م.، نویدی، م.ن. و سیدجلالی، س. ۱۳۹۸. نیازهای رویش گیاهان باغبانی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. موسسه تحقیقات خاک و آب، ۳۲۴ ص.
- شمس‌الدینی، ع.، مهرزاد، ح. و کریمی، ب. ۱۳۹۷. مکان‌یابی اراضی مستعد کاشت درخت انجیر در استان فارس با استفاده از منطق فازی و نرم‌افزار GIS. نشریه سنجش از دور و GIS ایران، ۱۰(۳): ۱-۱۶.
- قیطوری، م.، حشمتی، م. و شهبازی، خ. ۱۳۹۷. دستورالعمل فنی احداث باغ بادام دیم در اراضی شیب‌دار کوهستانی زاگرس. سازمان جهاد کشاورزی استان کرمانشاه. مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، ۳۶ ص.
- محمدی، ح.، مهدیان ماه‌فروزی، م. و عشورنژاد، غ. ۱۳۹۱. امکان‌سنجی اقلیمی کشت گیاه آلئوئورا در استان بوشهر. فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۳(۹): ۱-۱۷.
- مروج، ک.، علمداری، پ.، دلاور، م.ا. و فتحی، م. ۱۳۹۶. مکان‌یابی برای کاشت گیاهان زراعی و باغی منتخب در اراضی منطقه آبیک استان قزوین. نشریه دانش آب و خاک، ۲۷(۳): ۹۳-۱۰۵.
- میرموسوی، س.ح. و اکبری، ح. ۱۳۸۹. امکان‌سنجی اقلیمی کشت زیتون در استان کرمانشاه. مجله چشم انداز جغرافیایی، ۴(۱۰): ۱۲۱-۱۴۲.
- وفابخش، ج.، محمدزاده، آ.، بازرگان، ک. و نویدی، م.ن. ۱۳۹۸. مطالعه تطبیقی الگوی کشت و تناسب اراضی محصولات زراعی و باغی عمده در حوضه آبریز دریاچه ارومیه. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۱(۳): ۷۷۵-۸۰۵.
- Asadi Oskouei, E., Delsouz Khaki, B., Kouzegaran, S., Navidi, M.N., Haghghatd, M., Davatgar, N. and Lopez-Baeza, E. 2022. Mapping climate zones of Iran using hybrid interpolation methods. Remote Sensing, 14(11), p.2632.

- de Sousa, L.M., Poggio, L., Batjes, N.H., Heuvelink, G.B., Kempen, B., Riberio, E. and Rossiter, D. 2020. SoilGrids 2.0: producing quality-assessed soil information for the globe. *Soil discussions*, pp.1-37.
- Hengl, T., Mendes de Jesus, J., Heuvelink, G.B., Ruiperez Gonzalez, M., Kilibarda, M., Blagotić, A., Shangguan, W., Wright, M.N., Geng, X., Bauer-Marschallinger, B. and Guevara, M.A. 2017. SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. *PLoS one*, 12(2): e0169748.
- Khiddir, S.M. 1986. A statistical approach in the use of parametric systems applied to the FAO framework for land evaluation. Doctoral dissertation, Ghent University.
- Salas López, R., Gómez Fernández, D., Silva López, J.O., Rojas Briceño, N.B., Oliva, M., Terrones Murga, R.E., Iliquín Trigoso, D., Barboza Castillo, E. and Barrera Gurbillón, M.Á. 2020. Land Suitability for Coffee (*Coffea arabica*) growing in Amazonas, Peru: Integrated use of AHP, GIS and RS. *ISPRS. International Journal of Geo-Information*, 9(11): 673.
- Sys, C., Van Ranst, E. and Debaveye, J. 1991. Land Evaluation. Part I: Principles in land evaluation and crop production calculations. Agricultural Publications nr. 7, GADC, Brussels, Belgium.
- Sys, I.C., Vanranst, B. and Debaveye, J. 1991. Land Evaluation. Part II: methods in land evaluation. Agricultural Publications nr. 7, G.A.D.C., Brussels, Belgium.
- Sys, C., E.Van Ranst, and J.Debaveye. 1993. Land evaluation, Part III: Crop requirements. General Administration for Development Cooperation. International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientists, University Ghent.
- Wieder, W.R., Boehnert, J., Bonan, G.B. and Langseth, M. 2014. Regridded harmonized world soil database v1. 2. ORNL DAAC.
- Zeraatpisheh, M., Jafari, A., Bodaghabadi, M.B., Ayoubi, S., Taghizadeh-Mehrjardi, R., Toomanian, N., Kerry, R. and Xu, M. 2020. Conventional and digital soil mapping in Iran: Past, present, and future. *Catena*, 188: 104424.