مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۲ صفحه های ۲۲۷ تا ۲۳۶ (۱۴۰۰)
مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر ویژگی‌های اراضی بر عملکرد و درجه‌بندی نیازهای رویشی انجیر در مناطق مهم زیر کشت[1]

Investigating the Effect of Land Characteristics on Yield and Rating of Fig Crop Requirements in Important Cultivated Areas

علی زین‌الدینی میمند*، میرناصر نویدی، جواد سیدمحمدی، مسلم جعفری، آناهید سلمان‌پور، مهناز اسکندری، ابوالحسن مقیمی و شاهرخ فاتحی[2]

چکیده

شناسایی استعداد و تناسب زمین‌ها براساس مشخصه‌های خاک از ابزارهای مدیریتی مناسب جهت افزایش تولید و استفاده پایدار از اراضی می‌باشد. این پژوهش با هدف بررسی اثر مشخصه‌های خاک بر عملکرد انجیر، درجه‌بندی آن‌ها و تهیه جدول نیازهای رویشی این گیاه برای انجام مطالعه‌های تناسب اراضی به روش FAO انجام شد. بنابراین، ۹۴ باب باغ انجیر در استان‌های فارس، لرستان، کرمانشاه و کرمان انتخاب شدند. در هر باغ، یک خاکرخ مطالعه، پرسش‌نامه کاربری اراضی تکمیل و آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی روی نمونه‌های خاک انجام شد. مقادیر مشخصه‌های خاک، با اعمال ضرایب وزنی عمق در خاکرخ‌ها محاسبه و رگرسیون چندمتغیره بین عملکرد و مشخصه‌های خاک به روش گام به گام، بررسی گردید. ضریب تبیین بالای مدل چندمتغیره (R^2=۰/۸۹، $P<0.01$) نشان داد که متغیرهای وارد شده در مدل توانسته‌اند ۸۹ درصد از واریانس مربوط به متغیر وابسته را تعیین نمایند. نتایج نشان داد از بین مشخصه‌های اندازه‌گیری شده خاک، اثر شوری، قلیائیت، مقدار آهک، گچ، سنگریزه، فسفر و پتاسیم قابل جذب بر عملکرد درخت انجیر معنی‌دار است؛ در نهایت با توجه به نتایج، شوری خاک، قلیایی بودن، مقدار گچ، آهک و سنگریزه اثر کاهشی و کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب اثر افزایشی بر عملکرد محصول انجیر داشتند.

واژه‌های کلیدی: پتانسیل خاک، تناسب اراضی، کشت انجیر، نیازهای رویشی.

مقدمه

انجیر از مهمترین محصول‌های باغی است که از دیرباز در بسیاری از فرهنگ‌ها و کشورها مورد توجه بوده است. کاشت آن در شرایط اقلیمی معتدل بسیار رایج و معمول بوده، با این حال در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر نیز پرورش می‌یابد. انجیر با نام علمی *Ficus carica* L. از تیره Moraceae و زیرجنس Eusyce است که دارای بیش از ۱۴۰۰ گونه و ۴۰ جنس می‌باشد. انجیر حاوی چندین ترکیب دارویی مانند فلاون، روتین و کوئرستین است که برای تهیه داروی بیماری‌های قلبی- عروقی استفاده می‌شود (۸) و آن‌ها دارای ویژگی‌های ضد میکروبی هستند (۱۴). از سوی دیگر، میوه خشک انجیر به راحتی ذخیره

۱- تاریخ دریافت: ۹۹/۹/۴ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۱/۱۷

۲- به ترتیب استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، استادیار پژوهش، ایستگاه تحقیقات انجیر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استهبان، ایران، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم آباد، ایران، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان، ایران، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران.
*نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (ali_zeinadin@yahoo.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]

می‌شود و می‌تواند به محصول‌های متنوعی همانند مربا، آب میوه و پودر و غیره توسط صنایع غذایی در سراسر جهان تبدیل شود (۱۰، ۱۱).

مناطق زیر کشت انجیر در دنیا با وسعت بیش از ۴۰۰ هزار هکتار دارای عملکرد حدود یک میلیون تن در سال می‌باشد (۱۸). ترکیه و مصر کشورهایی هستند که بیشترین میزان تولید انجیر را از تولید جهانی دارند و پس از آن‌ها الجزایر، مراکش و ایران قرار دارند که تولید این پنج کشور ۷۱ درصد از کل تولید جهانی را تشکیل می‌دهد (۳،۲). ایران رتبه پنجم تولید انجیر را در دنیا دارد و استان‌های مهم تولیدکننده انجیر در ایران به ترتیب فارس، لرستان، کرمانشاه و کرمان هستند (۱). توسعه کشت انجیر در مناطقی از کشور به ویژه در این استان‌ها سبب استفاده از زمین‌ها با پتانسیل کم یا نامناسب شده، که نتیجه آن کاهش عملکرد، تخریب زمین‌ها و هدررفت منابع تولید و سرمایه است. بنابراین در برخی نقاط، باغ‌های انجیر عملکرد و درآمد مطلوبی نداشته و پس از مدت کوتاهی این باغ‌ها به حال خود رها می‌شوند. آماده‌سازی زمین، کشت و نگهداری باغ‌ها انجیر تا مرحله باردهی به سرمایه‌گذاری به نسبت زیادی نیاز دارد. بنابراین منطقی است که پیش از احداث باغ، شرایط مربوط به آب و هوا و زمین‌ها بررسی شود و انجام این مهم با مطالعه‌های تناسب زمین‌ها ممکن خواهد بود. لازمه انجام مطالعه‌های ارزیابی تناسب زمین‌ها، تهیه جدول نیازهای رویشی گیاهان در سطح ملی است. شوربختانه این جدول برای بیشتر گیاهان باغی تهیه نشده است و یا در صورت داشتن سابقه، محلی بوده و در سطح ملی نیست. بنابراین، برای عموم باغداران در سراسر کشور قابل استفاده نمی‌باشند.

اهمیت تولید انجیر در ایران پژوهشگران را بر آن داشته است تا مطالعه‌های گسترده‌ای در زمینه شرایط کشت و رشد این گیاه انجام دهند. در پژوهشی به منظور تعیین مناطق مناسب کشت دیم انجیر در استان فارس، ۲۴ منطقه از شهرستان‌های نی‌ریز، استهبان، فسا، داراب، سروستان، شیراز، کازرون، جهرم، سپیدان، نورآباد و کوار بازدید شده و وضعیت موجود کشت و کار انجیر دیم به همراه مقدار بارندگی، کمینه و بیشینه دما، ارتفاع، کیفیت خاک، زمان شروع رشد، زمان خزان، کمیت و کیفیت میوه، آفت مهم و احتمال سرمازدگی ارزیابی شده است. نتیجه‌ها نشان داده که در همه مناطق بازدید شده به جز شیراز و سپیدان شرایط خوبی برای توسعه کشت انجیر دیم وجود دارد که در این پژوهش مقدار بارندگی سالانه، کیفیت خاک، دماهای بحرانی در فصل سرد و گرم و مشاهده درختان انجیر وحشی به عنوان فاکتورهای کلیدی انتخاب محل مناسب برای احداث باغ انجیر دیم در نظر گرفته شده‌اند (۵). در منطقه ریژاو کرمانشاه، طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ مطالعاتی در زمینه اثر کود آلی و شیمیایی بر عملکرد درختان انجیر رقم منجیفی انجام شده و نتیجه‌ها نشان داده که بهترین اثر بر بهبود عملکرد و بازدهی درختان و وزن میوه در دو تیمار کود گوسفندی، گاوی و سوپرجاذب همراه با کود شیمیایی و تیمار ورمی کمپوست بدون کود شیمیایی و کمترین عملکرد مربوط به تیمار کاربرد کود مرغی همراه با کود شیمیایی به دست آمده است (۱۵). در پژوهشی، Mordogan و همکاران (۱۲) نیز گزارش کرده‌اند که عنصرهای مغذی موجود در کود دامی بر غلظت عنصرهای غذایی ضروری گیاه در برگ و برگچه اثری نداشته است؛ به جز آهن مقدار این عنصرهای در گوشت میوه متاثر از کود دامی نبوده، در حالی‌که اندازه میوه با افزایش مقدار و ترکیب کود افزایش یافته است. رابطه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک شامل درصد اشباع خاک، پی‌اچ، ظرفیت تبادل کاتیونی، مواد آلی، درصد اندازه ذرات و مقدار عنصرهای کلسیم، منیزیم و پتاسیم و فسفر قابل دسترس با تولید انجیر را در جنوب پلوپونیز[۱] در یونان توسط Kotsiras و همکاران (۷) بررسی شد. ایشان گزارش کردند انجیر، خاک‌های آهکی با پی‌اچ قلیایی ضعیف را ترجیح داده به طوری که پی‌اچ مناسب برای انجیر ۶/۶ تا ۸ بوده که مناسب‌ترین پی‌اچ برابر با ۷/۱ تا ۷/۵ است. مناسب‌ترین بافت برای انجیر بافت لومی بوده و خاک‌های لوم رسی سیلتی و لوم سیلتی برای انجیر مناسب نبودند. حد مناسب مواد آلی برای انجیر ۲/۱ تا ۴/۵ درصد و مناسب‌ترین مقدار ماده آلی ۲/۶ تا ۳/۵ درصد است. این پژوهشگران مقدار بهینه کلسیم، منیزیوم، پتاسیم و فسفر را به‌ترتیب ۴۰۰۰-۳۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم، ۳۰۰ -۲۴۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم، ۲۸۰-۲۳۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش نمودند. سلیم‌پور و همکاران (۱۶) با بررسی اثر تنش شوری بر برخی رقم‌های تجاری انجیر شامل انجیر سبز، سیاه، شاه انجیر، اتابکی، کشکی، متی و یک رقم گرده افشان به نام برانجیر جوهری، نشان دادند که تنش شوری ریزش برگ را در همه رقم‌ها افزایش

۱- Peloponnese

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]

داد و تفاوت معنی‌داری در بین رقم‌های مختلف از لحاظ تحمل به شوری مشاهده شد. در تنش شوری مقدار پتاسیم برگ، ساقه و ریشه در رقم شاه انجیر نسبت به رقم‌های متحمل سیاه و سبز بیشتر بود. همچنین، تنش شوری مقدار نیتروژن کل برگ را کاهش داد. به‌طور کلی مشخص شد که رقم سیاه به عنوان متحمل‌ترین رقم و شاه انجیر به عنوان حساس‌ترین رقم به شوری می‌باشند.

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی خاک بر عملکرد انجیر در مناطق مهم زیرکشت این گیاه در کشور، مطالعه روابط رگرسیونی این ویژگی‌ها با عملکرد و درجه‌بندی پارامترهای خاک و زمین‌ها انجام گردیده است. به کمک جدول نیازهای رویشی پیشنهادی، می‌توان از راه ارزیابی تناسب زمین‌ها، پتانسیل استعداد زمین‌ها (زمین‌های مستعد و غیرمستعد) را برای کشت این محصول مهم باغی در نقاط مختلف کشور تعیین کرد تا زمین‌هایی که برای کشت این محصول مستعد نیستند در آن‌ها کشت صورت نگرفته و از هدررفت هزینه‌ها جلوگیری شود.

مواد و روش‌ها

تعداد ۹۴ باب باغ به‌طور عمده با مساحت بیشتر از ۲ هکتار واقع در استان‌های فارس (۳۰ باب)، کرمان (۲۲ باب)، لرستان (۲۲ باب) و کرمانشاه (۲۰ باب) انتخاب گردید که از لحاظ مدیریت، درختان بارده و رقم غالب، مشابه و از نظر استفاده از نهاده‌هایی همچون کود، آفت‌کش، آبیاری و غیره در سطح متوسط بودند. در هر باغ یک خاکرخ حفر و براساس راهنمای تشریح و نمونه‌برداری خاک وزارت کشاورزی ایالات متحده امریکا[1]تشریح گردید (۲۱). پس از نمونه‌برداری از هر افق و انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی، برای هر مشخصه، میانگین وزنی با شاخص تصحیح برای هر خاکرخ محاسبه شد (۱۹). از ۹۴ باب باغ انتخاب شده، داده‌های ۷۴ باب برای واکاوی آماری و ۲۰ باب (هر استان ۵ باب) برای صحت سنجی استفاده شد. به‌منظور مطالعه پیامدهای مشخصه‌های مختلف خاک و زمین‌ها بر عملکرد انجیر و بررسی نقش پارامترها با یکدیگر و یا مستقل از هم، از تجزیه و تحلیل آماری و روابط رگرسیونی چند متغیره و ساده استفاده گردید. در مطالعه حاضر، عملکرد به‌عنوان متغیر وابسته و مشخصه‌های خاک شامل شوری و قلیائیت خاک، پی‌اچ خاک، گچ، آهک، شن، سیلت، رس، کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب و سنگریزه به‌عنوان متغیر مستقل بررسی شدند.

برای تهیه جدول نیازهای رویشی درخت انجیر، ابتدا مرز کلاس‌های مختلف تناسب در جدول پیشنهادی، براساس جدول Sys و همکاران انتخاب گردید (۲۰). پس از مشخص شدن ویژگی‌های مهم و موثر بر عملکرد انجیر و بررسی رگرسیون ساده بین عملکرد با هر مشخصه خاک، منحنی بین عملکرد با مشخصه‌های اراضی به صورت مجزا ترسیم گردید. سپس روی محور عملکرد نقاط ۸۵، ۶۰، ۴۰ و ۲۵ درصد عملکرد بیشینه مشخص و به منحنی متصل شد. محل تلاقی خط از منحنی به محور مشخصه (محور x) از عملکرد ۸۵ درصد، نشان‌دهنده مقدار پارامتر مربوط به مرز کلاس‌های تناسب S1 و S2، ۶۰ درصد عملکرد نشان دهنده مرز کلاس‌های S2 و S3، ۴۰ درصد عملکرد (عملکرد سر به سر) مرز کلاس‌های S3 و N1 و در نهایت، ۲۵ درصد عملکرد، تعیین کننده مرز کلاس‌های N1 و N2 بود. در تعیین حدود مربوط به مرز کلاس‌ها در مورد مشخصه‌هایی که با بررسی آماری امکان درجه‌بندی آن‌ها وجود نداشت، همچنین در مورد پارامترهایی مانند سطح آب زیرزمینی و عمق خاک، براساس مقادیر بهینه آن‌ها برای محصول انجیر بر پایه منابع معتبر (۲)، بررسی‌های میدانی، مطالعه‌های صحرایی و بررسی دقیق کارت‌های تشریح خاکرخ درجه‌بندی انجام شد. برای راستی آزمایی جدول نیازهای رویشی خاک و زمین‌ها ارایه شده برای انجیر، درجه‌بندی مشخصه‌های خاک و زمین‌ها ۲۰ خاکرخ مربوط به مناطق زیر کشت انجیر که از آن‌ها در بررسی‌های آماری و استخراج جدول نیازهای رویشی استفاده نشده بود، انجام شد. طبقه‌بندی تناسب زمین‌ها در این صحت‌سنجی، به روش پارامتریک ریشه دوم انجام گرفت. سپس، بر اساس نتیجه‌های ارزیابی تناسب زمین‌ها به روش پارامتریک، عملکردهای واقعی با شاخص زمین‌ها مقایسه و تحلیل شد.

نتایج و بحث

نتیجه‌های آمار توصیفی مشخصه‌های زمین‌های باغ‌های انتخابی در جدول ۱ ارایه شده است. براساس جدول ۱ بیشینه،

۱- United States Department of Agriculture

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]

کمینه و میانگین آهک به‌ترتیب ۶۰، ۲۲ و ۴۰/۱۴ بوده که مقدار بیشینه آهک مربوط به باغ‌های کرمانشاه و کمینه برای کرمان می‌باشد. مقدار آهک خاک در برخی از باغ‌های مورد مطالعه بیشتر از حد بحرانی (۳۸ درصد) برای گیاه انجیر بوده و مشکلاتی برای این گیاه از نظر جذب عنصرهای کم مصرف و فسفر ایجاد می‌نماید که بایستی با استفاده از ترکیب کودهای آلی و شیمیایی مدیریت شود. بیشینه، کمینه و میانگین گچ به ترتیب ۲۲، صفر و ۷ درصد می‌باشد که مقدار بیشینه در باغ‌های کرمان و کمینه در کرمانشاه مشاهده شد. شوری خاک از ۰/۵۴ دسی‌زیمنس بر متر در باغ‌های کرمانشاه تا ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر در باغ‌های کرمان متغیر بوده که میانگین آن در زمین‌های باغ‌های مورد بررسی ۷/۷۲ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. اگر چه درختان انجیر تحمل متوسطی به شوری دارند، اما تنش شوری محدودکننده رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان از جمله انجیر است. شوری با کاهش پتانسیل اسمزی و آب قابل دسترس و انباشت یون‌های سدیم و کلر، سبب برهم زدن تعادل عنصرهای معدنی و آسیب یاخته‌ای می‌شود. تنش اسمزی ناشی از شوری باعث بسته شدن روزنه‌ها، کاهش فتوسنتز و کاهش رشد سلول و در نهایت کاهش رشد شاخساره و عملکرد می‌شود (۹، ۱۳). میانگین، کمینه و بیشینه درصد سدیم قابل تبادل (ESP) در خاکرخ‌های مطالعه شده به‌ترتیب ۱۶/۵، ۰/۵۳ و ۳۹ درصد می‌باشد که مقدار بیشینه مربوط به باغ‌های کرمان و کمینه برای باغ‌های کرمانشاه است. پی‌اچ خاک از ۷/۴ تا ۸/۸۲ متغیر و میانگین آن ۷/۷۲ بود. سدیم زیاد در خاک به دلیل اثر تخریبی آن روی خاکدانه‌ها باعث کاهش نفوذپذیری خاک شده و از طرف دیگر از راه آبکافت سبب افزایش پی‌اچ خاک و باعث به هم ریختن تعادل عنصرهای غذایی در خاک شده و جذب عنصرهای، به‌ویژه عنصرهای کم‌مصرف با مشکل مواجه می‌شود (۱۷). میانگین درصد شن حدود ۵۶ درصد و کمینه و بیشینه آن ۱۲ و ۹۶ درصد و میزان رس در باغ‌های بررسی شده متغیر و از ۲ تا ۶۵ درصد تغییر کرد. مناسب‌ترین بافت خاک برای کشت انجیر و رسیدن به عملکرد مناسب، بافت لومی بود. میانگین، کمینه و بیشینه پتاسیم قابل جذب به‌ترتیب ۲۳۰، ۱۲۵ و ۳۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و مقادیر میانگین، کمینه و بیشینه فسفر قابل جذب به‌ترتیب ۱۵/۸۲، ۴ و ۳۳/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. فسفر یک جزء ساختاری در DNA و RNA سلول‌های گیاهی بوده و برای رشد ریشه و گلدهی لازم است و میزان آن، کیفیت میوه انجیر، رنگ و سرعت بلوغ آن را زیر تاثیر قرار می‌دهد. پتاسیم با فعال کردن واکنش‌های آنزیمی، بهبود کیفیت میوه و عملکرد در رشد و توسعه درختان انجیر موثر است (۶). در برخی از باغ‌های مورد مطالعه مقدار آهک زیاد بوده که باعث اثرات منفی به ویژه غیرمتحرک شدن فسفر می‌شود، به طوری که میانگین فسفر قابل دسترس در زمین‌های باغ‌های مورد مطالعه کمتر از حد بحرانی برای انجیر می‌باشد. بنابراین، به کارگیری کودهای فسفره همراه با کودهای آلی به‌دلیل معدنی شدن فسفر و محدود شدن مکان‌های فعال جذب خاک توسط اسیدهای آلی، باعث افزایش راندمان جذب آن توسط گیاه انجیر شده و عملکرد زیاد می‌شود.

بررسی نتیجه‌ها در هر استان نشان می‌دهد که محدودیت‌های ویژگی‌های زمین‌ها در مناطق مختلف هر استان متفاوت بوده و ممکن است برخی از ویژگی‌ها برای کل باغ‌های آن استان محدودیت نداشته باشند. با توجه به نتیجه‌های به دست آمده، مهمترین ویژگی‌های محدودکننده رشد و توسعه درخت انجیر به ترتیب ویژگی‌های فیزیکی خاک (بافت خاک و سنگریزه)، ویژگی‌های حاصلخیزی، آهک، شوری و قلیاییت در باغ‌های استان فارس؛ شوری، قلیاییت، گچ، ویژگی‌های فیزیکی خاک، ویژگی‌های حاصلخیزی و آهک در استان کرمان؛ آهک، ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های حاصلخیزی خاک در استان لرستان؛ آهک، ویژگی‌های حاصلخیزی و ویژگی‌های فیزیکی خاک در استان کرمانشاه می‌باشند.

مقادیر مشخصه‌های کشیدگی و چولگی نشان می‌دهد که داده‌های مورد بررسی دارای توزیع نرمال هستند (جدول ۱) چون مقدار آن‌ها در توزیع نرمال بایستی بین ۲- و ۲ باشد (۴). بررسی تحلیل رگرسیون چندمتغیره و همبستگی بین متغیرها (جدول ۲) مشخص کرد که رابطه عملکرد با آهک، گچ، شوری، ESP، پتاسیم و فسفر قابل دسترس و سنگریزه خاک معنی‌دار بوده و متغیرهای مستقل بیان شده در رابطه چندمتغیره وارد شده‌اند. معادله ۱، معادله رگرسیونی چندمتغیره به روش گام به گام میان متغیرهای وابسته و مستقل را نشان می‌دهد که ضریب تبیین (R^2) این رابطه، حدود ۰/۸۹ و مقدار تعدیل شده آن، در حدود ۰/۸۸ به دست آمد. همچنین، با توجه به اینکه P value کمتر از ۰/۰۰۰۱ بود، بنابراین با اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت که این رابطه معنی‌دار است و تجزیه واریانس و ایجاد معادله با دقت قابل قبول انجام شده است. لازم به بیان است که ضریب رگرسیون تعدیل‌یافته از ضریب رگرسیون، حقیقی‌تر است زیرا کمتر زیر تأثیر حجم و تعداد نمونه قرار می‌گیرد (۴).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]

$$Y = -57.2CaCO_3 + 1.8Gypsum - 48.5EC + 16.2ESP - 0.23K - 17.9P - 16.9Gravel + 5079.9 \quad (۱)$$

در رابطه ۱: $CaCO_3$: درصد آهک، Gypsum: درصد گچ، EC: شوری خاک بر حسب دسی‌زیمنس بر متر، ESP: درصد سدیم تبادلی، K: مقدار پتاسیم در دسترس بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم، P: مقدار فسفر در دسترس بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم و Gravel: درصد سنگریزه خاک می‌باشند.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی مشخصه‌های خاک و عملکرد درخت انجیر.

Table 1. Descriptive statistics of soil characteristics and fig yield.

	Mean میانگین	Minimum کمینه	Maximum بیشینه	St Dev انحراف معیار	CV ضریب تغییرات	Skewness چولگی	Kurtosis کشیدگی
$CaCO_3$ آهک (٪)	40.14	22	60	12.01	29.93	0.14	-1.47
Gypsum گچ (٪)	7.12	0	22	5.85	82.05	0.54	-0.88
OC کربن آلی (٪)	0.54	0.01	2.61	0.58	107.49	1.13	1.05
pH پی‌اچ خاک	7.98	7.4	8.82	0.33	4.2	0.88	0.01
EC هدایت الکتریکی خاک ($dS\ m^{-1}$)	7.72	0.54	20	6.35	82.28	0.53	-1.24
ESP قلیائیت (٪)	16.51	0.53	39	11.24	68.07	0.61	-0.92
K_{ava} پتاسیم ($mg\ kg^{-1}$)	230.04	125	390	59.81	26	-0.72	-0.6
P_{ava} فسفر ($mg\ kg^{-1}$)	15.82	4	33.8	7.14	45.12	0.33	-0.53
Sand شن (٪)	56.28	12.7	96	25.72	45.7	-0.06	-1.3
Clay رس (٪)	23.12	2	65	16.99	73.49	0.98	0.2
Silt سیلت (٪)	20.98	1	46.7	13.07	62.3	0.28	-1.16
Gravel سنگریزه (٪)	25.58	0	62	18.13	70.89	0.29	-1.08
Yield عملکرد ($kg.h^{-1}$)	1921	525	3780	1018	52.99	0.22	-1.48

جدول ۲- نتیجه‌های همبستگی پیرسون بین متغیرهای مستقل و عملکرد.

Table 2. Results of Pearson correlation between independent variables and yield.

	$CaCO_3$ آهک	Gypsum گچ	OC کربن آلی	pH واکنش خاک	EC شوری	ESP قلیائیت	K_{ava} پتاسیم	P_{ava} فسفر	Sand شن	Clay رس	Silt سیلت	Gravel سنگریزه	Yield عملکرد
$CaCO_3$ آهک	1	0.91**	-0.59**	0.40**	0.96**	0.94**	-0.93**	-0.87**	0.26*	0.01	-0.54**	0.92**	-0.94**
Gypum گچ		1	-0.61**	0.31**	0.95**	0.93**	-0.89**	-0.86**	0.36**	-0.08	-0.61**	0.92**	-0.88**
OC کربن آلی			1	-0.38**	-0.55**	-0.56**	0.57**	0.64**	-0.42**	0.19	0.59**	-0.67**	0.54**
pH پی‌اچ خاک				1	0.35**	0.39**	-0.35**	-0.26*	0.11	0.08	-0.29**	0.33**	-0.37**
EC					1	0.97**	-0.91**	-0.87**	0.29*	-0.02	-0.55**	0.92**	-0.92**

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]

هدایت الکتریکی EC	1	-0.91**	-0.83**	0.25*	0.06	-0.57**	0.94**	-0.91**
قلیائیت ESP		1	0.79**	-0.32**	0.04	0.59**	-0.90**	0.89**
پتاسیم K_{ava}			1	-0.37**	0.18	0.51**	-0.87**	0.82**
فسفر P_{ava}				1	-0.89**	-0.82**	0.37**	-0.26*
شن Sand					1	0.46**	-0.08	-0.03
رس Clay						1	-0.63**	0.57**
سیلت Silt							1	-0.89**
سنگریزه Gravel								1
عملکرد Yield								

*The correlation is significant at 0.05 probability level. *همبستگی در سطح احتمال ۰/۰۵ معنی‌دار است.

**The correlation is significant at 0.01 probability level. **همبستگی در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار است.

معادله‌های تک متغیره بین عملکرد و هر کدام از مشخصه‌های خاک (جدول ۳) نشان می‌دهد ارتباط عملکرد با آهک، گچ، مقدار سدیم، پتاسیم و مقدار سنگریزه براساس تابع نمایی، با مقدار سیلت و فسفر براساس تابع توانی و با بقیه ویژگی‌های خاک براساس تابع درجه ۴ می‌باشد. نمونه‌ای از این روابط مربوط به عملکرد با آهک و شوری در شکل ۱ نشان داده شده است.

جدول ۳- معادله‌های استخراج شده با بیشترین ضریب تبیین بین متغیرهای مستقل و عملکرد انجیر.

Table 3. Extracted equations with the highest determination coefficient between independent variables and fig yield.

متغیر مستقل Independent variable	نوع معادله Type of equation	معادله Equation	ضریب تبیین Determination coefficient	سطح معنی‌داری P value
آهک $CaCO_3$	نمایی Exponential	$y = 11213e^{-0.048x}$	0.92	0.0001
گچ Gypsum	"	$y = 3219.5e^{-0.095x}$	0.86	0.0001
هدایت الکتریکی خاک EC	درجه ۴ Quartic	$y = 0.0491x^4 - 3.0735x^3 + 68.643x^2 - 712.48x + 4037.7$	0.94	0.0001
قلیائیت ESP	"	$y = -0.0098x^4 + 0.7236x^3 - 13.772x^2 - 70.174x + 3785.4$	0.93	0.0001
پتاسیم Potassium	نمایی Exponential	$y = 197.39e^{0.0092x}$	0.83	0.0001
شن Sand	درجه ۴ Quartic	$y = 0.0005x^4 - 0.0988x^3 + 4.222x^2 + 47.944x - 753.02$	0.85	0.0001
رس Clay	"	$y = 0.0015x^4 - 0.1327x^3 - 0.4953x^2 + 185.53x + 23.194$	0.78	0.0001
سیلت Silt	توانی Power	$y = 477.12x^{0.4437}$	0.38	0.0001
سنگریزه Gravel	نمایی Exponential	$y = 3584.9e^{-0.031x}$	0.86	0.0001
کربن آلی OC	توانی Power	$y = 2443.6x^{0.2711}$	0.46	0.0001
پی‌اچ خاک pH	درجه ۴ Quartic	$y = 4574.8x^4 - 145246x^3 + 2\times10^6x^2 - 9\times10^6x + 2\times10^7$	0.25	0.0001
فسفر Phosphorous	توانی Power	$y = 108.97x^{1.0234}$	0.76	0.0001

*در معادله‌های بالا x متغیر مستقل و y عملکرد انجیر می‌باشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]

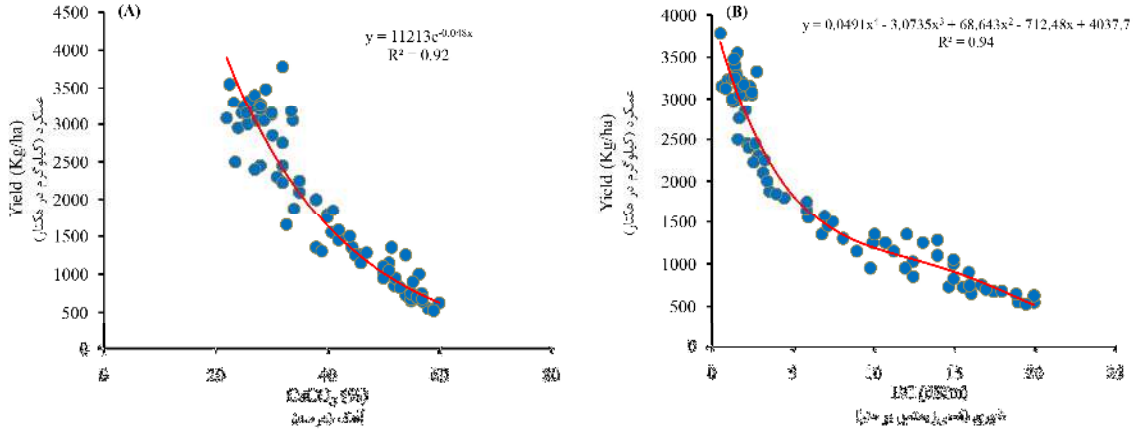


Fig. 1. The best extracted relationship between yield and $CaCO_3$ (A) and soil salinity (B)

شکل ۱- بهترین رابطه استخراج شده بین مقدار عملکرد و درصد آهک خاک (A) و شوری خاک (B)

پس از استخراج معادله‌های تک متغیره و انتخاب مناسب‌ترین آن‌ها برای هر مشخصه، نیازمندی‌های مشخصه‌های خاک برای محصول انجیر در مناطق مورد مطالعه استخراج شده و در محاسبه‌های ارزیابی تناسب زمین‌ها برای کشت این محصول مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۴).

جدول ۴- نیازهای خاک و زمین‌نما برای انجیر.

Table 4. Landscape and soil requirements for fig.

Land characteristics ویژگی‌های زمین‌ها	Class, degree of limitation and rating scale کلاس، درجه محدودیت و مقیاس درجه‌بندی					
	S1		S2	S3	N1	N2
	0	1	2	3	4	
	100	95 85		60 40	25	0
Topography (t) توپوگرافی Slope (%) شیب	0 - 5	5 - 8	8 - 13	13 - 30	30 - 35	> 35
Wetness (w) خیسی Flooding سیلگیری	F0	F1	F2	F3		
Drainage زهکشی	Well, Good	Moderate	Imperfect	Poor and Aeric	Poor but Drainable	Poor not Drainable
Physical soil characteristics (s) ویژگی‌های فیزیکی خاک						
†Texture / Structure ساختمان/بافت	L, SL SiL	SiCs,CL, SCL, SiCL	LS, Si ,SC	C-60s, C-60v, C+60s	SiCm, Cm, C+60v, C	
Coarse fragment (%) ذرات درشت	0 - 10	10-20	20-35	35-45	45-55	>55
Soil depth (cm) عمق خاک	>150	150 - 100	100 - 70	70 - 50	< 50	
$CaCO_3$ (%) آهک	0 - 15	15 - 25	25 - 38	38 - 50	50-55	>55
Gypsum (%) گچ	0 - 2.5	2.5-5	5-11	11-15	15-22	>22

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]

Soil fertility characteristics (f) ویژگی‌های حاصلخیزی خاک						
pH (H_2O) پی‌اچ خاک	7.4 - 7.8 7.4 - 7	7.8 - 8.3 7 - 5.6	8.3 - 8.5 5.6 - 5	8.5 - 8.8 < 5	> 8.8 -	-
Organic Carbon (%) کربن آلی	>1.5	1.5-0.8	0.8-0.2	<0.2		
Salinity & Alkalinity (n) شوری و قلیائیت						
EC ($dS.m^{-1}$) هدایت الکتریکی	0 - 2.5	2.5 - 5	5 - 9	9 - 14	14 - 16	> 16
ESP (%) قلیائیت	0 - 5	5 - 11	11 - 15	15 - 22	22 - 28	> 28

†L:Loam, SL:Sandy Loam, SiL:Silty Loam, SiCs:Silty Clay with Blocky Structure, CL:Clay Loam, SCL:Sandy Clay Loam, SiCL:Silty Clay Loam, LS:Loamy Sand, SC:Sandy Clay, C-60s:Clay low than %60 with Blocky Structure, C-60v: Clay low than %60 with Vertisol Structure, C+60s:Clay high than %60 with Blocky Structure, C+60v: Clay high than %60 with Vertisol Structure, SiCm:Massive Silty Clay, Cm:Massive Clay, Si:Silty, C:Clay.

†L: لوم، SL: لوم شنی، SiL: لوم سیلتی، SiCs: رس سیلتی با ساختمان مکعبی، CL: لوم رسی، SCL: لوم رسی شنی، SiCL: لوم رسی سیلتی، LS: شن لومی، SC: رس شنی، C-60s: رس کمتر از ۶۰ درصد با ساختمان مکعبی، C-60v: رس کمتر از ۶۰ درصد با ساختمان ورتی سول، C+60s: رس بیشتز از ۶۰ درصد با ساختمان مکعبی، C+60v: رس بیشتر از ۶۰ درصد با ساختمان ورتی سول، SiCm: رس سیلتی توده‌ای، Cm: رسی توده‌ای، Si: سیلتی، C: رسی.

برای صحت‌سنجی جدول نیازمندی‌های پیشنهادی، از اطلاعات ۲۰ خاکرخ مورد مطالعه که از آن‌ها در بررسی‌های آماری و استخراج درجه‌بندی‌های مشخصه‌های خاک و زمین‌ها استفاده نشده بود، استفاده گردید. برای این منظور مقدار شاخص خاک برای این ۲۰ خاکرخ با توجه به جدول پیشنهادی محاسبه شد، سپس بین مقدار شاخص خاک به دست آمده و عملکرد واقعی متناظر آن‌ها ارزیابی تقاطعی انجام شد (شکل ۲). معادله رگرسیونی به دست آمده، با ضریب تبیین ۰/۸۹ نشان‌دهنده دقت زیاد جدول تهیه شده می‌باشد.

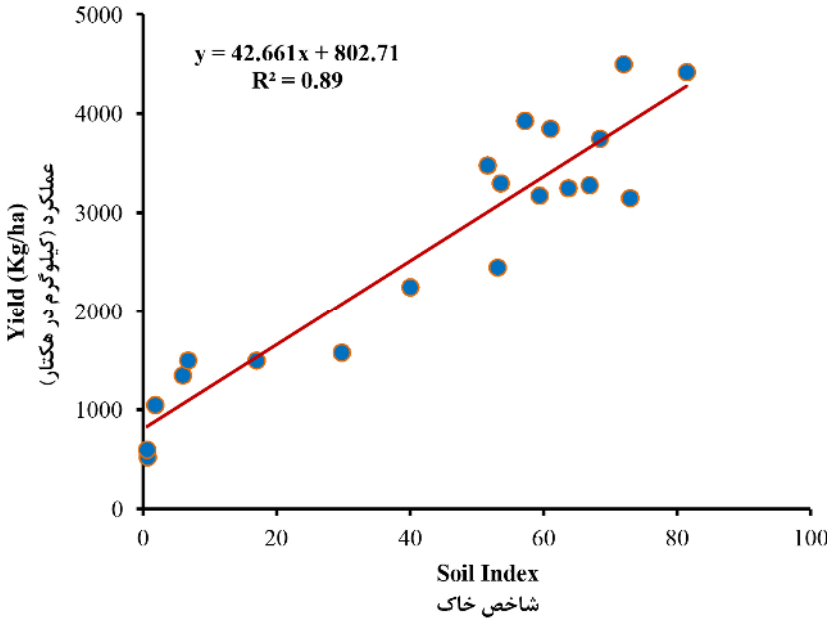


Fig. 2. Relationship between soil index and yield in validation soil profiles.

شکل ۲- رابطه بین شاخص خاک و مقدار عملکرد در خاکرخ‌های صحت سنجی.

نتیجه‌گیری

نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که عوامل اصلی محدودکننده تولید انجیر در کشور، شور و سدیمی بودن خاک، آهک زیاد

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]

و ویژگی‌های فیزیکی نامناسب خاک مثل درصد سنگریزه است. همچنین میانگین فسفر خاک در مناطق مورد مطالعه کمتر از حد بحرانی و مقدار آهک خاک برای انجیر در برخی باغ‌های مورد مطالعه از جمله کرمانشاه و لرستان بیش از حد بحرانی بود. به طورکلی شوری و قلیائیت، گچ، ویژگی‌های فیزیکی خاک، ویژگی‌های حاصلخیزی و آهک دارای بیشترین محدودیت در باغ‌های استان کرمان می‌باشند. همچنین، در باغ‌های بررسی شده استان فارس؛ بافت خاک، سنگریزه، ویژگی‌های حاصلخیزی، آهک و شوری و قلیائیت، در کرمانشاه؛ آهک، ویژگی‌های حاصلخیزی و ویژگی‌های فیزیکی خاک و لرستان؛ آهک، ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های حاصلخیزی خاک دارای بیشترین محدودیت می‌باشند. بنابراین مطالعه حاضر معرفی رقم‌های سازگار با شرایط خاک، انجام عملیات اصلاحی و آبشویی برای اصلاح خاک‌های با مقادیر نمک و سدیم بالا، اعمال برنامه مدیریتی تغذیه و حاصلخیزی برای ایجاد عملکرد بالاتر را پیشنهاد می‌دهد. همچنین با توجه به محدودیت منابع تولید در بیشتر مناطق زیر کشت انجیر کشور، شناسایی باغ‌های با عملکرد غیراقتصادی و حذف این باغ‌ها ضروری است که برای نیل به آن بایستی از جدول ۴ استخراج شده در پژوهش حاضر استفاده شده و براساس فرایند ارزیابی تناسب زمین‌ها در مناطق با قابلیت کشت از نظر شرایط اقلیمی، خاک و زمین، زمین‌های مستعد و غیرمستعد برای کشت انجیر مشخص شود تا از احداث باغ‌های انجیر در زمین‌های غیرمستعد جلوگیری شود.

سپاسگزاری

مقالـــه حاضـــر از پروژه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات خاک و آب با عنوان تعیین نیازهای رویشی برای انجیر در استان‌های فارس، لرستان، کرمانشاه و کرمان، با شماره مصوب ۰۱۴-۱۰-۱۰-۹۴۵۲-۹۵۰۰۶ استخراج شده است. نویسندگان از حمایت‌های این موسسه برای انجام پژوهش حاضر، صمیمانه تشکر می‌نمایند.

منابع References

1. Ahmadi, K., H.R. Ebadzadeh, F. Hatami, R. Hosseinpour and H. Abdshah. 2019. Agricultural Statistics of 2018, Hourticaltural Crops. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Center, 166p. (In Persian)
2. FAO. 2011. Estahbanat rainfed Fig system iranian agricultural heritage system. FAO, Rome, 30p.
3. FAOSTAT. 2018. Base de Datos Estadisticos de La FAO. FAO, Rome, http://www.fao.org/faostat.
4. Ghiasvand, A. 2012. Application of statistics and SPSS software in data analysis. Fourth Edition, Motefakkeran Publication, 282p. (In Persian)
5. Jafari, M. 2015. Preliminary study to determine suitable areas for rainfed Fig cultivation in Fars province. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Final Report of Research Project, 39p. (In Persian)
6. Khoogar, Z. and H. Zare. 2007. The effect of different nutrients on the quantity and quality of green cultivar Fig in rainfed conditions. Proceedings of the 10th Iranian Soil Science Congress, Campus of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, pp:315-317. (In Persian)
7. Kotsiras, A., T. Amorgianiotis, E. Tsiavtari, D.F. Antonopoulos and V. Demopoulos. 2017. GIS based soil suitability evaluation for Fig orchards in Southern Peloponnese, Greece. Acta Hort. 1173:207-212.
8. Lianju, W., J. Weibin, M. Kai, L. Zhifeng and W. Yelin. 2003. The production and research of Fig (*Ficus carica L.*) in China. Acta Hort. 605:191-196.
9. Madahinasab, N., F.Z. Amirmohammadi, Gh. Mohammadi and M. Shabani. 2019. *Comparison of salt stress tolerance of two fig (Ficus carcia* L.) cultivars under in vitro conditions. Pomology Res. 4(1):47-59. (In Persian)
10. Mendoza-Castillo, V.M., J. Pineda-Pineda, J.M. Vargas-Canales and E. Hernandez-Arguello. 2019. Nutrition of Fig (*Ficus carica L.*) under hydroponics and greenhouse conditions. J. Plant Nutr. 42(11-12):1350-1365.
11. Mendoza-Castillo, V.M., J.M. Vargas-Canales, G. Calderon-Zavala, M.DC. Mendoza-Castillo, and A. Santacruz-Varela. 2017. Intensive production systems of Fig (*Ficus carica L.*) under greenhouse conditions. Exp. Agric. 53(3):339-350.
12. Mordogan, N., H. Hakerlerler, S. SenayAydın, B. Yagmur and U. Aksoy. 2013. Effect of organic fertilization on Fig leaf nutrients and fruit quality. J. Plant Nutr. 36:1128-1137.
13. Munns, R. and M. Tester. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annu. Rev. Plant Biol. 59:651-681.
14. Patil, V.V., S.C. Bhangale and V.R. Patil. 2010. Studies on immunomodulatory activity of Ficus carica. Int. J. Pharm. Pharm. Sci. 2(4):97-99.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]

15. Pourshooq, A. 2012. Investigation of the effect of some organic materials, chemical fertilizers and water superabsorbents on the quantitative and qualitative yield of Manjifi cultivar Figs in Rizhav climatic conditions in Kermanshah province. Master Thesis, Karaj Azad University, 85p. (In Persian)
16. Salimpour, A., M. Shamili, A. Dadkhodai, H. Zare and M. Hadadinejad. 2019. The impact of salt stress on antioxidant enzymes, photosynthetic pigments, protein and proline content of Fig cultivars (*Ficus carica*.L). J. Plant Proc. Func. 8(29):109-123. (In Persian).
17. Sposito, C. 2016. *The Chemistry of Soils*. 3rd edition, Oxford University Press, 272p.
18. Stover, E., M. Aradhya, L. Ferguson and C.H. Crisosto. 2007. The Fig: Overview of an ancient fruit. HortScience, 42(5):1083-1087.
19. Sys, C., E. Van Ranst and J. Debaveye. 1991. Land Evaluation. Part I: Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations. Agricultural Publications, No 7. General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium, 280p.
20. Sys, C., E. Van Ranst, J. Debaveye and F. Beernaert. 1993. Land Evaluation. Part III: Crop Requirements. Agricultural Publications, No 7. General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium, 104p.
21. USDA. 2012. Field Book for Describing and Sampling Soils. Version 3, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, 300p.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]

Horticultural Science and Technology 22 (2): 227- 236 (2021)
Research article

Investigating the Effect of Land Characteristics on Yield and Rating of Fig Crop Requirements in Important Cultivated Areas

A. Zeinadini*, M.N. Navidi, J. Seyedmohammadi, M. Jafari, A. Salmanpour, M. Eskandari, A. Moghimi and Sh. Fatehi[1]

Identifying land potential and suitability based on soil characteristics is one of the appropriate management tools to increase sustainable land use. The objective of this study was to investigate the effect of soil characteristics on fig yield, their rating and the preparation of vegetative requirements table of this plant for land suitability studies by FAO method. Therefore, 94 fig orchards were selected in Fars, Lorestan, Kermanshah and Kerman provinces. In each orchard, a soil profile was studied, a land use questionnaire completed and physical and chemical tests performed on soil samples. The values of soil characteristics were calculated by applying weighting factors with depth in the profiles and multivariate regression between yield and soil characteristics was investigated by stepwise method. The high coefficient of determination of the multivariate model (R^2= 0.89, P<0.01) showed that the variables entered in the model were able to determine 89% of the variance related. The results showed that among the measured soil characteristics, the effect of salinity, alkalinity, amount of lime, gypsum, gravel, available phosphorus and potassium was significant on fig yield. Finally, according to the results, soil salinity, alkalinity, amount of gypsum, lime and gravel had a decreasing effect and organic carbon, available phosphorus and potassium had an increasing effect on fig yield.

Keywords: Crop requirements, Fig Cultivation, Land suitability, Soil potential.

1. Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran, 2Assistant Prof., Fig Research Station, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Estahban, Iran,3Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khorram Abad, Iran, 4Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zarghan, Iran, 5Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

*Corresponding Author; Email:(ali_zeinadin@yahoo.com)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.2.8.1]