مقاله کامل علمی- پژوهشی

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هفتم، شماره پنجم، ۱۳۹۹
۸۹-۱۰۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2021.17510.3297

تدوین جدول نیازهای رویشی خاک و زمین‌نما برای خرما به‌منظور استفاده در ارزیابی تناسب اراضی

***علی زین‌الدینی[۱]، سیدعلیرضا سیدجلالی[۱]، میرناصر نویدی[۱]، مهناز اسکندری[۱]، جواد سیدمحمدی[۱]، حجت دیالمی[۲]، ابوالحسن مقیمی[۳] و مرتضی پوزش شیرازی[۴]**

[۱]استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، [۲]استادیار پژوهش، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران، [۳]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، [۴]استادیار پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، برازجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۳۰

چکیده

سابقه و هدف: ایران از کشورهای مهم تولیدکننده خرما است و نه‌تنها دارای سابقه طولانی از این نظر است بلکه در حال حاضر نیز از لحاظ تولید خرما، رتبه دوم را در جهان به خود اختصاص داده است. بنابراین، کشت و تولید خرما در ایران هم از نظر ملّی و هم برای ساکنان استان‌های تولیدکننده، دارای اهمیت ویژه‌ای است. بنابراین برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع تولید مانند خاک و اراضی برای توسعه نخیلات در کشور نیز جایگاه ویژه‌ای می‌یابد. در این راستا ارزیابی تناسب اراضی و به‌کارگرفتن اراضی به تناسب پتانسیل و ظرفیتشان برای کاربری خاص، چاره این مهم به نظر می‌رسد. ولی یکی از ضروریات ارزیابی تناسب اراضی، تعیین نیازهای رویشی گیاهان ازجمله وضعیت خاک به‌عنوان بستر تولید است. هدف از انجام این مطالعه، بررسی تأثیر خصوصیات خاک بر عملکرد خرما و درجه‌بندی آن‌ها برای انجام مطالعات تناسب اراضی بود.

مواد و روش‌ها: نخست ۹۱ نخلستان با تنوع خاک و عملکرد در استان‌های کرمان، فارس، خوزستان، هرمزگان و بوشهر انتخاب و در هر باغ، یک پروفیل خاک مطالعه شده و پرسش‌نامه کاربری اراضی تکمیل گردید. در نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده، آزمایش‌های فیزیکو-شیمیایی و حاصلخیزی موردنیاز انجام شد. رگرسیون چندمتغیره بین عملکرد به‌عنوان متغیر وابسته و متغیرهای مستقل شامل شوری، درصد سدیم تبادلی، pH، گچ، آهک، رس، شن، سیلت، سنگریزه، پتاسیم و فسفر قابل‌جذب به روش گام‌به‌گام، بررسی گردید. سپس با بررسی روابط رگرسیون ساده بین ویژگی‌های اراضی مهم و مؤثر با عملکرد، معادلات و نمودارهای مربوطه ترسیم و درجه‌بندی خصوصیات اراضی انجام شد. جدول نیاز رویشی پیشنهادی با داده‌های خاک و عملکرد ۲۰ باغ ارزیابی و صحت‌سنجی شد.

* مسئول مکاتبه: ali_zeinadin@yahoo.com

یافته‌ها: نتایج نشان داد که پتاسیم، درصد شن، شوری خاک، درصد سدیم تبادلی و آهک، بیشترین، و pH و کربن آلی خاک، کم‌ترین دامنه تغییرات را دارند. حداکثر مقدار آهک و گچ به‌ترتیب ۷٤ و ۱۷ درصد و بافت خاک از شنی تا رسی متغیر بود. نتایج رگرسیونی نشان داد به‌ترتیب متغیرهای مستقل شوری خاک، درصد سدیم تبادلی، آهک، گچ، سنگریزه، پتاسیم و فسفر قابل‌جذب، بر عملکرد مؤثر هستند. ضریب تبیین رگرسیون چندمتغیره نشان داد که متغیرهای وارد شده به مدل توانسته‌اند ۷۹ درصد از واریانس مربوط به متغیر وابسته را تعیین نمایند. در معادلات رگرسیون ساده، شوری خاک، درصد سدیم تبادلی، گچ، آهک و سنگریزه، اثر کاهشی و کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل‌جذب، اثر افزایشی بر عملکرد داشتند. بیش‌ترین سهم در کاهش عملکرد خرما مربوط به شوری خاک، سنگریزه، درصد سدیم تبادلی و آهک بود.

نتیجه‌گیری: ضریب تبیین بین عملکرد و شاخص خاک به‌دست آمده از جدول نیاز خاک و اراضی پیشنهادی برای خرما، ۰/۷۹ گردید که نشان‌دهنده دقت قابل‌قبول جدول ارائه شده است. حد مجاز شوری خاک، درصد سدیم تبادلی، گچ و آهک برای نخل خرما به‌ترتیب ۸ دسی‌زیمنس بر متر، ۱۲، ۸ و ۳۸ درصد به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تناسب اراضی، نخل خرما، نیازهای رویشی

مقدمه

نخل خرما از گیاهان تک‌لپه‌ای خانواده پالماسه یا نخل‌ها می‌باشد. این خانواده ۲۰۰ جنس و ۱۵۰۰ گونه دارد. یکی از جنس‌های این خانواده، فونیکس[1] است که دارای ۱۲ گونه است و همه آن‌ها بومی مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری آفریقا و جنوب آسیا می‌باشند. یکی از گونه‌های جنس فونیکس، نخل خرما[2] است. نخل خرما گیاهی چندساله و دوپایه است و معمولاً پنج الی هفت سال پس از کاشت نهال پاجوش نخل خرما، باردهی آن آغاز می‌شود. باردهی تا آخر عمر گیاه ادامه دارد اما ازنظر تولید اقتصادی میوه، عمر مفید نخل خرما حدود ٤۰ سال است (۱۸).

در ایران حدود ٤۰۰ رقم خرما گزارش شده است. در حال حاضر ایران با داشتن این تعداد رقم، غنی‌ترین ژرم پلاسم خرمای دنیا را در بین کشورهای تولیدکننده دارد. به‌دلیل داشتن منشأ بذری، این ارقام دارای صفات ژنتیکی و مورفولوژیکی متفاوت می‌باشند. مهم‌ترین ارقام تجاری خرما در ایران شامل برحی، استعمران، مضافتی، کبکاب، پیارم، شاهانی، زاهدی، ربی، خاصویی، گنطار، مجول، مرداسنگ، شهابی، دیری، فرسی و خضراوی است (۱۵). هم‌چنین کشور ایران یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان خرما در دنیا است که بالغ بر ۱۲/۷ درصد سطح زیرکشت و بیش از ۱٤/۵ درصد مقدار تولید دنیا را به خود اختصاص داده است. بر این اساس کشور ایران ازنظر سطح زیرکشت رتبه اول و ازنظر مقدار تولید، پس از کشور مصر، در رتبه دوم جهانی قرار دارد (۵). در حال حاضر خرما در ۱۳ استان کشور کشت و تولید می‌شود و در میان شش محصول مهم باغبانی کشور، رتبه پنجم در مقدار تولید را دارد (۱٤). با توجه به آن‌چه گفته شد، پرواضح است که کشت و تولید خرما در ایران هم ازنظر ملّی و هم برای ساکنان

1- Phoenix
2- *Phoenix dactylifera* L.

استان‌های تولیدکننده، دارای اهمیت ویژه‌ای است. بنابراین برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع تولید مانند خاک و اراضی برای توسعه نخیلات در کشور نیز اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. در این راستا ارزیابی تناسب اراضی و به‌کارگرفتن اراضی به تناسب پتانسیل و ظرفیتشان برای کاربری خاص، امری مهم به‌نظر می‌رسد. از طرفی یکی از ضروریات ارزیابی تناسب اراضی، تعیین نیازهای رویشی گیاهان است. از جمله نیازهای مهم هر گیاه در تناسب اراضی، وضعیت خاک به‌عنوان بستر تولید است. پس از تعیین فاکتورهای مؤثر بر کشت و پرورش گیاه، برای مقایسه شرایط خاک و اراضی با حالت بهینه تولید محصول، باید از روش‌های مرسوم ارزیابی که تاکنون ارائه شده‌اند، استفاده نمود. یکی از شناخته‌شده‌ترین و پرکاربردترین این روش‌ها، ارزیابی تناسب اراضی به روش سایز و همکاران (۱۹۹۱) است که اصول آن بر پایه روش FAO (٦) بنا نهاده شده است (۲۲ و ۲۵). به‌عنوان نمونه، شاهرخ و همکاران (۲۰۱۱)، ارزیابی کیفی، کمّی و اقتصادی تناسب اراضی را به این روش برای تعیین تناسب اراضی در کشت گندم و برنج در مناطق غرب اصفهان، انجام دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که با توجه به هم‌بستگی بالا میان مقادیر تولید مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌شده، عوامل انتخابی و روش ارزیابی، صحیح بوده است (۲۳).

در این روش، جدول نیازهای رویشی خاک و زمین‌نما بر پایه شرایط ویژه هر گیاه تهیه می‌شود. هر مشخصه ارائه شده در جدول، بر پایه تأثیر آن بر عملکرد پتانسیل گیاه موردنظر، از صفر تا ۱۰۰، درجه‌بندی می‌شود. سپس برای برآورد کلاس تناسب اراضی موردنظر و مقدار تولید، مشخصه‌های اراضی با پارامترهای ارائه شده در این جداول مقایسه شده و به هر یک از مشخصه‌ها، درجه‌ای اختصاص داده می‌شود. برای برآورد نهایی مقدار تولید و در نظر داشتن اثر توأمان مشخصه‌های خاک و اراضی، به روش مناسبی درجه‌های اختصاص داده شده به مشخصه‌ها جمع‌بندی می‌شوند. همان‌گونه که مشخص است، تهیه این جداول باید با دقت نظر و براساس شرایط محیطی هر منطقه باشد. با توجه به کاربردی بودن این روش ارزیابی و قابلیت تعیین تناسب کیفی و کمّی به کمک آن، تاکنون تلاش‌های بسیاری برای تهیه جداول نیازهای رویشی گیاهان زراعی و به مقدار کم‌تر، باغبانی در کشور انجام شده است.

در راستای تهیه جداول نیازهای رویشی گیاهان، عماری (۲۰۰۹)، برپایه خصوصیات اراضی استان آذربایجان غربی، جداول نیازهای رویشی گردو را پیشنهاد دادند. برای این هدف، نخست باغات گردو در استان شناسائی شده و از میان آن‌ها، ۱۰۰ باغ با سطح مدیریت تقریباً یکنواخت و بزرگ‌تر از یک هکتار انتخاب گردید. سپس این باغات از نظر مقدار تولید و هزینه به باغات خوب، متوسط و ضعیف، طبقه‌بندی شدند. مشخصه‌های اراضی در این باغات با مقدار تولید مقایسه و حدود مطلوب، نسبتاً مطلوب، بحرانی و نامناسب برای شاخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردیدند (۱). در پژوهش مشابهی قائمیان و همکاران (۲۰۰۹)، جداول نیازهای رویشی برای کشت بادام در استان آذربایجان غربی را پیشنهاد نمودند (۸). هم‌چنین قائمیان و همکاران (۲۰۱۰)، با تعیین ۱۲۰ باغ و سپس انتخاب ۱۰۰ باغ مناسب در استان آذربایجان غربی با بررسی مشخصه‌های تأثیرگذار فیزیکی-شیمیایی خاک و اقلیم، جداول نیازهای رویشی سیب را تهیه نمودند (۹). فرج‌نیا و همکاران (۲۰۱۲) نیز پژوهش مشابهی برای تهیه

جداول نیازهای اقلیمی و خاکی مو در شمال‌غرب کشور انجام دادند (۷). زین‌الدینی (۲۰۱٤) به‌منظور بررسی خصوصیات اراضی، تعیین تأثیر ویژگی‌های مهم و مؤثر خاک بر عملکرد، درجه‌بندی خصوصیات اراضی و تهیه جدول نیازهای رویشی برای پسته در باغات استان کرمان پژوهشی را انجام داد. بدین‌منظور، ۷۸ باغ مثمر در مناطق مختلف تحت کشت پسته در استان انتخاب گردید. در هر باغ یک پروفیل حفر، تشریح و نمونه‌برداری شد. بر روی نمونه‌های خاک، آزمایش‌های مورد نیاز انجام گردید. هم‌چنین در هر باغ، پرسش‌نامه‌های کاربری اراضی تکمیل شد. برای تمام خصوصیات اراضی، آمار توصیفی بررسی و با کاربرد رگرسیون ساده و چندمتغیره بر مبنای روش تناسب اراضی فائو درجه‌بندی خصوصیات اراضی انجام شد. در نهایت جدول نیازهای رویشی برای پسته پیشنهاد گردید (۳۱).

دیالمی (۲۰۱۷) با بررسی رابطه بین خصوصیات خاک و عملکرد نخل خرما رقم کبکاب در استان‌های بوشهر، فارس و خوزستان، همبستگی مثبت بین ماده آلی و پتاسیم قابل‌جذب خاک با مقدار عملکرد خرما را نشان داد. از طرفی بین شوری (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR) و آهک خاک با مقدار تولید خرما همبستگی منفی وجود داشت. در این پژوهش، جدول نیازهای خاکی برای کشت خرما، رقم کبکاب، پیشنهاد شد. نتایج ارزیابی تناسب اراضی برای کاشت این گیاه بر پایه جدول نیازهای خاکی پیشنهادی در استان‌های بوشهر، فارس و خوزستان با استفاده از روش‌های فائو شامل محدودیت ساده، تعداد و شدت محدودیت و پارامتریک، نشان داد که مناطق مورد مطالعه در هر سه استان، دارای کلاس تناسب اقلیمی S2 می‌باشند. در این پژوهش، ارزیابی کیفی تناسب اراضی (خاک و اقلیم) برای کاشت نخل خرمای کبکاب بر اساس روش محدودیت ساده، نشان داد که ۲۹٪، ٦۸٪ و ۳٪ اراضی مورد مطالعه در استان بوشهر به‌ترتیب در کلاس‌های تناسب S2، S3 و N؛ ۳۰٪ و ۷۰٪ اراضی مورد مطالعه در استان فارس به‌ترتیب در کلاس‌های تناسب S2 و S3 و ۸۲٪ و ۱۸٪ اراضی مورد مطالعه در استان خوزستان به‌ترتیب در کلاس‌های تناسب S2 و S3 قرار می‌گیرند. هم‌چنین نتایج ارزیابی کیفی بر اساس روش پارامتریک (ریشه دوم)، نشان داد که ۷۱٪ و ۲۹٪ اراضی مورد مطالعه در استان بوشهر به‌ترتیب در کلاس‌های تناسب S3 و N؛ ۹۰٪ و ۱۰٪ اراضی مورد مطالعه در استان فارس به‌ترتیب در کلاس‌های تناسب S3 و S2 و ۱۰۰٪ اراضی مورد مطالعه در استان خوزستان در کلاس تناسب S3 واقع می‌شوند (٤).

صلاح و همکاران (۲۰۰۱) شوری خاک را برای نخل خرما درجه‌بندی نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد شوری خاک ۱۵ و ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر، به‌ترتیب باعث کاهش ٤۰ و ٦۰ درصدی عملکرد نخل خرما می‌شود. این پژوهش‌گران جدول نیازهای رویشی خاک و اراضی خرما را برای کشور مصر پیشنهاد نمودند (۲۱). خلیفه و سمیر (۲۰۰۸) تناسب اراضی در منطقه الاوینت مصر برای کشت محصولات عمده زراعی و باغی را با استفاده از روش فائو مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که در بین محصولات زراعی و باغی، جو و نخل خرما به‌ترتیب به‌عنوان بهترین گیاه یک‌ساله و چند ساله، برای کشت در منطقه مورد مطالعه می‌باشند. بر اساس نتایج ارزیابی تناسب اراضی، ۲۳/۵ درصد اراضی دارای تناسب متوسط، ۲۱/۵ درصد دارای تناسب بحرانی و ۵۰ درصد نامناسب برای کاشت نخل خرما تفکیک

شده است (۱۱). در پژوهش دیگری، مت ولی و العربی (۲۰۱۱) در منطقه جنوب مصر تناسب اراضی برای درختان میوه شامل نخل خرما، نخل روغنی، زیتون و انبه را با استفاده از روش فائو مورد ارزیابی قرار دادند. در این پژوهش، نخست مشخصه‌های اراضی رتبه‌بندی شده و عوامل محدودکننده برای نخل خرما شامل بافت خاک، شوری و سدیمی‌بودن، آهک و قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک تعیین شد (۱۳). بلال و الاشری (۲۰۱۱) در کشور مصر ارزیابی تناسب اراضی برای کاشت درختان میوه چند ساله شامل نخل خرما، زیتون، انجیر و مرکبات را با استفاده از روش فائو انجام دادند. نتایج نشان داد، اغلب اراضی مورد مطالعه برای کاشت نخل خرما، زیتون و انجیر در کلاس‌های تناسب بسیار مناسب (S1) تا نسبتاً مناسب (S2) و برای کشت مرکبات در کلاس نامناسب (N) قرار می‌گیرند. در این پژوهش، عوامل محدودکننده برای گیاهان مطالعه شده، بافت خاک، شوری و مقدار آهک خاک گزارش گردید (۲). سلیمان و همکاران (۲۰۱۵) در کشور سودان ارزیابی تناسب اراضی منطقه شمال خارطوم برای درختان میوه شامل نخل خرما، انگور و مرکبات را انجام دادند. در این پژوهش معیارهای اصلی تأثیرگذار در تعیین تناسب اراضی شامل شرایط اقلیمی، توپوگرافی، زهکشی و خصوصیات خاک، مورد بررسی قرار گرفتند و بر اساس این معیارها، اراضی در پنج سطح تناسب عالی، خوب، متوسط، ضعیف و نامناسب درجه‌بندی شدند. نتایج نشان داد توپوگرافی، زهکشی و خصوصیات خاک از عوامل محدودکننده نخل خرما محسوب می‌شوند (۲٤).

هدف از انجام این پژوهش، بررسی مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی و حاصلخیزی اراضی مناطق مهم تحت کشت خرما در کشور، تجزیه و تحلیل آماری و روابط رگرسیونی ویژگی‌ها، درجه‌بندی پارامترهای خاک و اراضی و در نهایت ارائه جدول نیازهای رویشی خاک و زمین‌نما برای کشت خرما جهت استفاده در مطالعات ارزیابی تناسب اراضی در استان‌های جنوبی کشور بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با هدف شناسایی ویژگی‌های مهم و تأثیرگذار خاک بر عملکرد، درجه‌بندی خصوصیات ارضی و تهیه جدول نیازهای رویشی نخل خرما به‌منظور ارزیابی تناسب اراضی انجام گردید. بدین‌منظور ابتدا ۹۱ نخلستان که دارای طیف وسیعی از ویژگی‌های خاک، عملکرد متنوع و سطح مدیریت به‌باغی تقریباً مشابه باشند، در استان‌های خوزستان، کرمان، فارس، هرمزگان و بوشهر به عنوان نقاط مطالعاتی انتخاب شدند. شکل ۱، این استان‌ها و دشت‌هایی که نمونه‌برداری از آن‌ها انجام شده را نشان می‌دهد. سعی گردید مناطق انتخابی از نظر اقلیم و آب مورد نیاز برای کاشت خرما دارای محدودیت نباشند. هم‌چنین تنوع رقم برای رسیدن به جدول ملّی که در هر منطقه از کشور قابل‌استفاده باشد، ضروری بود. لازم به ذکر است که رقم مهم خرما در استان‌های کرمان، فارس، خوزستان، بوشهر و هرمزگان به‌ترتیب شامل مضافتی، شاهانی، استعمران، کبکاب و پیارم است. پس از انتخاب مناطق مورد مطالعه، اقدام به حفر خاکرخ‌ها و تشریح آن‌ها به روش استاندارد ارائه شده در USDA (۲۰۱۲) شد (۲۷). به‌منظور انجام آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی، از هر افق خاکرخ، نمونه‌های خاک تهیه و آزمایش شدند. آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی مورد نظر، مطابق دستورالعمل‌های

استاندارد آزمایشگاهی نمونه‌ها انجام گردید. بافت خاک به روش هیدرومتر (۳)، واکنش خاک (pH) در گل اشباع با pH متر (۱۷)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع توسط EC متر (۲۰)، کربن آلی به روش اکسایش تر (۲۹)، کربنات کلسیم معادل (CCE) به روش خنثی‌سازی با اسیدکلریدریک و تیتر با سود (۱۶)، گچ به روش استون (۱۶)، کلسیم محلول در عصاره اشباع خاک به روش کمپلکسومتری با حضور EDTA (۲۸)، سدیم و پتاسیم محلول در عصاره اشباع خاک با دستگاه فلیم فتومتر و پتاسیم قابل‌جذب به روش استات آمونیم ۱ مولار با pH=۷ (۱۲) اندازه‌گیری شدند.

پس از انجام آنالیزها، به‌منظور بررسی و شناسایی ویژگی‌های مهم و تاثیرگذار خاک بر عملکرد نخل خرما، از تجزیه و تحلیل آماری و روابط رگرسیونی چند متغیره به روش گام به گام[1] استفاده شد (۳۰). تجزیه و تحلیل‌های آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲٤ انجام شد. پس از تعیین ویژگی‌های مهم و تأثیرگذار خاک بر عملکرد خرما به کمک رگرسیون چندمتغیره، رابطه بین عملکرد خرما (به‌عنوان تابع) و هر یک از خصوصیات خاک (به‌عنوان متغیر مستقل) با استفاده از رگرسیون تک‌متغیره، مورد بررسی قرار گرفت و معادلات مربوطه، تعیین گردید. سپس جدول نیازهای خاکی نخل خرما بر اساس راهنمای سایز و همکاران (۱۹۹۱) تدوین شد (۲۵). بدین‌گونه که بر روی هر یک از محورهای عملکرد- متغیر مستقل، نقاط عملکرد ۸۵، ٦۰، ٤۰ و ۲۵ درصد نسبت به عملکرد حداکثر مشخص و به منحنی متصل شد. از محل تلاقی نقاط عمود شده به محور افقی، مقدار پارامتر مورد نظر مانند شوری خاک، درصد سدیم تبادلی و سایرین در عملکرد مشخص شده، بدست آمد. محل تلاقی خط از منحنی به محور ویژگی مورد نظر از عملکرد ۸۵ درصد نشان‌دهنده مقدار پارامتر مربوط به مرز کلاس‌های تناسب S1 و S2، از عملکرد ٦۰ درصد، نشان‌دهنده مرز کلاس‌های تناسب S2 و S3، عملکرد ٤۰ درصد (عملکرد سر به سر) نشان‌دهنده مرز کلاس‌های S3 و N1 است. در نهایت، عملکرد ۲۵ درصد، تعیین‌کننده مرز کلاس‌های N1 و N2 می‌باشد. برای تعیین حدود مربوط به مرز کلاس‌ها در مورد خصوصیاتی 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 خرما بر پایه منابع معتبر، بررسی‌های میدانی، مطالعات صحرایی و بررسی دقیق کارت‌های تشریح پروفیل، درجه‌بندی انجام شد. هم‌چنین ذکر این نکته ضروری است که برای تعیین مرز S3 و N1، از بررسی‌های اقتصادی و تعیین هزینه‌های متغیر برای یک سال زراعی استفاده گردید.

راستی آزمایی جدول تدوین شده نیازهای رویشی خاک و اراضی برای نخل خرما، به کمک داده‌های موجود از ۲۰ خاکرخ خاک در نخلستان‌های مورد مطالعه که به‌صورت تصادفی انتخاب شده و در تهیه جدول به‌کار نرفته بودند، انجام شد. شاخص خاک[2] این ۲۰ نمونه بر اساس روش پارامتریک (۲۵) محاسبه گردید. سپس دقت جدول ارائه شده با بررسی ضریب همبستگی میان مقادیر عملکردهای واقعی نخل خرما و شاخص خاک محاسبه شده به روش پارامتریک، مورد ارزیابی قرار گرفت.

1- Stepwise

2- Soil index

نتایج و بحث

پروفیل‌های نمونه‌برداری‌شده بر پایه کلید تاکسونومی خاک (۲۶)، تا حدّ زیرگروه طبقه‌بندی شدند. موقعیت جغرافیایی و زیرگروه هر یک از نمونه‌ها در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج تجزیه‌وتحلیل آماری مشخصه‌های خاک نخلستان‌های موردمطالعه در مناطق مختلف کشور در جدول ۲ ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد دامنه تغییرات آهک زیاد است و مقادیر کمینه، بیشینه و میانگین به‌ترتیب ۲۱، ۷٤ و ٤٦ درصد می‌باشند. بیش‌ترین مقدار آهک مربوط به نخلستان‌های بوشهر و خوزستان و کم‌ترین آن متعلق به استان کرمان (منطقه بم و نرماشیر) است. بیشینه، کمینه و میانگین گچ به‌ترتیب ۱٦/۲۳، ۰ و ٤/۵۷ درصد می‌باشد. عمده اراضی گچی زیرکشت خرما در مناطق هرمزگان و کرمان قرار دارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد شوری خاک از ۰/۷۷ تا ۳۹ دسی‌زیمنس بر متر متغیر است. مقدار میانگین این خصوصیت در اراضی موردبررسی، ۹/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. در نخلستان‌های بررسی‌شده، بیش‌ترین پراکنش شوری خاک به‌عنوان یک عامل مهم و مؤثر بر رشد و عملکرد نخل خرما بین ۵ تا ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر متغیر است. میانگین، حداقل و حداکثر درصد سدیم قابل‌تبادل در خاکرخ‌های مطالعه شده به‌ترتیب ۱۷/٦ ، ۰/۳ و ٦۵ درصد می‌باشد. دامنه تغییرات این ویژگی نسبت به سایر خصوصیات اراضی گسترده‌تر است. میانگین شوری خاک و درصد سدیم قابل‌تبادل به‌دست آمده بیش از حدّ مجاز برای نخل خرما (۳۰) می‌باشد. واکنش خاک، در اراضی موردمطالعه از ٦/۸ تا ۸/۸ متغیر و میانگین آن، ۷/۲ به‌دست‌آمده است. میانگین پتاسیم و فسفر قابل‌جذب خاک در نخلستان‌های مطالعه‌شده از حدّ بهینه آن برای نخل خرما کم‌تر می‌باشد.

نتایج نشان داد که از متغیرهای مستقل، به‌ترتیب شوری خاک، درصد سدیم تبادلی، گچ، آهک، پتاسیم قابل‌جذب، فسفر قابل‌جذب و سنگریزه در رگرسیون گام‌به‌گام، وارد معادله شده است و متغیرهای واکنش خاک، شن، سیلت، رس و درصد کربن آلی وارد معادله نشده‌اند که نتیجه مذکور قابل‌انتظار است. ضریب رگرسیون (R^2) این رابطه در حدود ۰/۷۹ به‌دست آمده است. بدین مفهوم که متغیرهای واردشده به مدل توانسته‌اند حدود ۷۹ درصد از واریانس تغییرات مربوط به متغیر وابسته را تعیین نمایند. هم‌چنین ضریب رگرسیون تعدیل‌شده رابطه، در حدود ۰/۷۷ به‌دست آمد. ضریب رگرسیون تعدیل‌یافته از ضریب رگرسیون، حقیقی‌تر است زیرا کم‌تر تحت‌تأثیر حجم و تعداد نمونه قرار می‌گیرد (۱۰ و ۱۹). جدول ۳ رابطه رگرسیونی چندمتغیره بین عملکرد نخل خرما (Y) و خصوصیات خاک را نشان می‌دهد.

نتایج همبستگی پیرسون بین خصوصیات خاک و عملکرد نخل خرما و معادلات استخراج شده با بیش‌ترین ضریب همبستگی بین خصوصیات خاک و عملکرد نخل خرما به‌ترتیب در جدول‌های ٤ و ۵ نشان داده شده است.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی و زیرگروه هر یک از پروفیل‌های خاک موردمطالعه بر پایه کلید تاکسونومی خاک (۲۶).

Table 1. Geographical location and subgroup of each of the studied soil profiles based on keys to soil taxonomy (26).

زیرگروه خاک Soil subgroup	Y	X	استان Province	زیرگروه خاک Soil subgroup	Y	X	استان Province	زیرگروه خاک Soil subgroup	Y	X	استان Province
Typic Calciustepts	3248882	508544		Typic Haplogypsids	3366039	567139		Gypsic Haplosalids	3116836	375701	
Typic Hapocambids	3249626	508946		Typic Haplogypsids	3365199	567657		Typic Haplogypsids	3099423	390071	
Gypsic Haplosalids	3250495	509315		Typic Haplogypsids	3735648	522354		Typic Haplogypsids	3133438	392331	
Typic Haplocambids	3244584	509241		Typic Haplogypsids	3219025	629404		Typic Torrifluvents	3131704	393887	
Gypsic Haplosalids	3246289	507112		Typic Torrifluvents	3215719	638133		Gypsic Haplosalids	3145147	373048	
Typic Haplocambids	3244214	508460		Typic Haplocambids	3222255	623583		Typic Haplogypsids	3146680	370279	
Typic Haplogypsids	3249813	513647		Typic Torrifluvents	3198042	653179		Typic Haplocambids	3136838	373733	هرمزگان
Typic Torriorthents	3247887	517809		Typic Torrifluvents	3222947	631438		Gypsic Haplosalids	3117554	398999	Hormozgan
Typic Haplosalids	3249685	510673		Typic Haplocambids	3192667	646836		Typic Haplocambids	3145142	373052	
Typic Haplocambids	3246704	514244	بوشهر	Typic Haplogypsids	3204200	684379		Typic Torrifluvents	3147287	370519	
Gypsic Haplosalids	3253250	518242	Bushehr	Typic Torriorthents	3220900	671426		Typic Haplosalids	3117368	384377	
Typic Haplogypsids	3247624	500269		Typic Haplogypsids	3230800	680193		Typic Haplosalids	3150134	361550	
Typic Haplogypsids	3247726	501587		Typic Haplogypsids	3199410	684150		Typic Torrifluvents	3096006	413285	
Typic Torrifluvents	3248982	499298		Typic Haplocambids	3207836	623562		Typic Torrifluvents	3125979	374954	
Typic Haplogypsids	3248269	504610		Typic Torrifluvents	3205910	675513		Typic Haplocambis	3125555	374741	
Typic Haplocambids	3259544	525426		Typic Torriorthents	3195130	643898	کرمان	Typic Haplustepts	3397376	422089	
Typic Haplogypsids	3252005	516519		Typic Torrifluvents	3201157	686684	Kerman	Typic Calciustepts	3401313	422623	
Typic Haplogypsids	3249376	504079		Typic Torrifluvents	3202670	684094		Typic Calciustepts	3402970	423406	
Typic haplogypsids	3254090	515000		Typic Torrifluvents	3195032	644117		Typic Calciustepts	3399450	420535	
Typic Haplogypsids	3259810	521296		Typic Torrifluvents	3194784	642791		Typic Haplustepts	3399856	419820	
Typic Xerofluvents	3153217	744771		Typic Torrifluvents	3216978	638390		Typic Ustorthents	3400161	420115	
Typic Calcixerepts	3152034	744446		Typic Haplocambids	3202048	683447					
Typic Calcixerepts	3152048	744487		Typic Haplocambids	3199896	633207		Typic Haplustepts	3400806	420386	خوزستان
Typic Calcixerepts	3156481	748519		Typic Haplocambids	3216033	637805					Khuzestan
Typic Calcixerepts	3157066	746755		Typic Haplogypsids	3318785	500000		Typic Calciustepts	3388303	429665	
Typic Calcixerepts	3157246	746707	فارس	Typic Haplogypsids	3345838	539621					
Typic Calcixerepts	3154163	747282	Fars	Typic Haplogypsids	3346585	540435		Typic Ustorthents	3399527	422663	
Typic Calcixerepts	3154630	746387		Typic Haplogypsids	3333342	542734					
typic Xerofluvents	3154450	746750		Typic Haplogypsids	3333861	543725		Typic Calciustepts	3399340	423008	
Typic Calcixerepts	3156908	749093		Typic Haplogypsids	3345780	540900					
typic Calcixerepts	3156288	749190		Typic Haplogypsids	3346078	547323		Typic Haplustepts	3398250	421989	
Typic Calcixerepts	3152955	747010		Typic Haplogypsids	3345731	548555					

جدول ۲- آماره‌های توصیفی مشخصه‌های خاک در نخلستان‌های موردمطالعه.

Table 2. Descriptive statistics of soil characteristics in the studied date orchards.

سنگریزه Gravel (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	شن Sand (%)	فسفر قابل‌جذب Available P (ppm)	پتاسیم قابل‌جذب Available K (ppm)	درصد سدیم تبادلی ESP (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	واکنش خاک pH	کربن آلی OC (%)	گچ Gypsum (%)	آهک $CaCO_3$ (%)	آماره Statistics
20.2	25.7	19.6	54.6	13.3	204.6	17.6	9.5	7.7	0.49	4.6	46.6	میانگین Mean
20.5	21	15.7	62.3	13.1	188.5	13.9	6.6	7.8	0.42	3.4	47.9	میانه Median
0	16	10	78	6	160	7	1.2	7.9	0.3	0	36	مد Mode
15	16.5	12.7	24.4	6.8	68.5	13.9	8.9	0.42	0.37	4.1	13.6	انحراف معیار Standard deviation
224.9	273.4	160.8	597	46.9	4659.1	192.6	80.1	0.18	0.14	17.3	184.9	واریانس Variance
0.11	0.83	1	-0.24	0.89	1.04	1.2	1.5	0.1	1.9	1.01	0.04	چولگی Skewness
-1.2	0.16	-0.06	-1.4	2.3	1.6	1.1	2	-0.17	4.1	0.28	-1.01	کشیدگی Kurtosis
52	72.2	49	83	38.9	334	64.5	38.2	2	1.6	16.2	53	دامنه Range
0	2	2	12	1	98	0.31	0.77	6.8	0.03	0	21	کمینه Minimum
52	74.2	51	95	40	432	65	39	8.8	1.7	16.2	74	بیشینه Maximum
74.2	64.2	64.8	44.7	51.1	33.5	79	93.7	5.5	75.5	89.1	29.2	ضریب تغییرات (٪) Coefficient of variation

جدول ۳- رگرسیون چندمتغیره بین عملکرد خرما (Y) و خصوصیات خاک نخلستان‌های موردمطالعه.

Table 3. Multivariate regression between Date palm yield (Y) and soil properties of studied date orchards.

R^2	رابطه رگرسیونی Regression equation
0.79	$Y=-48.79CaCO_3+10.47Gypsum+170.81EC-158.154ESP+12.11K+42.18P-58.46Gravel+9216.17$

جدول ٤- همبستگی پیرسون بین عملکرد نخل خرما و خصوصیات خاک نخلستان‌های موردمطالعه.

Table 4. Pearson correlation between Date palm yield and soil properties of the studied date orchards.

	عملکرد Yield ($kg\ ha^{-1}$)	آهک $CaCO_3$ (%)	گچ Gypsum (%)	کربن آلی OC (%)	واکنش خاک pH	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	درصد سدیم تبادلی ESP (%)	پتاسیم قابل‌جذب K (ppm)	فسفر قابل‌جذب P (ppm)	شن Sand (%)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	سنگریزه Gravel (%)
عملکرد Yield	1	-0.63**	-0.56**	0.11	-0.03	-0.7**	-0.73**	0.60**	0.61**	0.05	-0.10	0.007	-0.69**
آهک $CaCO_3$		1	0.48**	-0.02	-0.27**	0.61**	0.64**	-0.26*	-0.39**	-0.25*	0.35**	0.11	0.36**
گچ Gypsum			1	-0.23*	0.17	0.65**	0.64**	-0.32**	-0.49**	0.18	0.06	-0.32**	0.55**
کربن آلی OC				1	0.12	-0.03	-0.01	0.35**	0.25*	0.14	-0.31**	0.02	-0.10
واکنش خاک pH					1	0.26*	0.16	-0.13	-0.002	0.41**	-0.32**	-0.35**	0.30**
هدایت الکتریکی EC						1	0.98**	-0.35**	-0.53**	0.08	0.07	-0.17	0.59**
درصد سدیم تبادلی ESP							1	-0.34**	-0.54**	0.04	0.11	-0.14	0.57**
پتاسیم قابل‌جذب K								1	0.46**	0.003	-0.01	0.003	-0.40**
فسفر قابل‌جذب P									1	-0.04	-0.10	0.14	-0.50**
شن Sand										1	-0.78**	-0.88**	0.25*
رس Clay											1	0.39**	-0.06
سیلت Silt												1	-0.33**
سنگریزه Gravel													1

**همبستگی در سطح ۱ درصد معنی‌دار است

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

*همبستگی در سطح ۵ درصد معنی‌دار است

Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

جدول ۵- معادلات استخراج‌شده با بیش‌ترین ضریب همبستگی بین عملکرد نخل خرما (Y) و خصوصیات خاک نخلستان‌های موردمطالعه.

Table 5. Equations extracted with the highest correlation coefficient between Date palm yield (Y) and soil properties of the studied date orchards.

خصوصیت خاک Soil characteristic	نوع معادله Type of equation	ضریب همبستگی Correlation coefficient	معادله به‌دست‌آمده Obtained equation	سطح معنی‌داری Significance level
آهک $CaCO_3$ (%)	درجه سوم Cubic	0.68	$Y = 0.2124x^3 - 32.252x^2 + 1417.3x - 9358.7$	0.0001
گچ Gypsum (%)	نمایی Exponential	0.62	$Y = 9234.5e^{-0.054x}$	0.0001
کربن‌آلی OC (%)	درجه سوم Cubic	0.46	$Y = 2995.2x^3 - 13723x^2 + 15990x + 3750.5$	0.0001
واکنش خاک pH	درجه دوم Quadratic	0.49	$Y = -5799.1x^2 + 89644x - 337725$	0.0001
هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)	نمایی Exponential	0.79	$Y = 9737.7e^{-0.032x}$	0.0001
درصد سدیم تبادلی ESP (%)	نمایی Exponential	0.81	$Y = 10403e^{-0.021x}$	0.0001
پتاسیم K (ppm)	درجه سوم Cubic	0.65	$Y = -0.001x^3 + 0.7959x^2 - 158.32x + 15362$	0.0001
فسفر P (ppm)	درجه سوم Cubic	0.64	$Y = -0.1965x^3 + 5.4565x^2 + 270.21x + 3746.4$	0.0001
شن Sand (%)	درجه سوم Cubic	0.66	$Y = -0.0348x^3 + 1.5092x^2 + 161.67x + 2387.5$	0.0001
رس Clay (%)	درجه سوم Cubic	0.69	$Y = 0.2449x^3 - 30.654x^2 + 985.64x + 406.06$	0.0001
سیلت Silt (%)	درجه سوم Cubic	0.28	$Y = 0.096x^3 - 11.765x^2 + 394.3x + 4522.4$	0.07
سنگریزه Gravel (%)	نمایی Exponential	0.71	$Y = 10159e^{-0.017x}$	0.0001

پس از انتخاب معادلات و نمودار مربوطه، حدود یا مرز بین کلاس‌های تناسب اراضی تعیین و در نهایت جدول نیازهای رویشی مشخصه‌های خاک برای نخل خرما در مناطق موردمطالعه استخراج گردید که در جدول ٦ ارائه شده است. برای درجه‌بندی خصوصیات اراضی مانند شیب، غرقابی بودن، زهکشی و عمق خاک از نتایج بررسی منابع، بازدیدهای میدانی و مطالعات صحرایی استفاده گردید.

جدول ٦- نیازهای خاکی و زمین‌نما برای کاشت نخل خرما.

Table 6. Soil and landscape requirements for Date palm planting.

Landscape and Soil Requirements نیازهای زمین‌نما و خاک							
خصوصیات اراضی Land characteristics	Class, degree of limitation and rating scale کلاس، سطح محدودیت و درجه تناسب						
	S1		S2	S3	N1		N2
	0		1	2	3	4	
	100	95	85	60	40	25	0
توپوگرافی Topography (t)							
درصد شیب Slope (%)	0-3		3-5	5-10	10-15	15-18	>18
خصوصیات رطوبتی خاک Wetness (w)							
سیلابی Flooding	F0		-	F1	F2	F3	F4
زهکشی Drainage	well, good		moderate	imperfect	poor and aeric, poor but drainable	poor not drainable	very poor
خصوصیات فیزیکی خاک Physical soil Characteristics (s)							
بافت/ ساختمان * Texture / Structure ذرات درشت	L, SL		CL, LS, SiL	SC, Si, SCL	SiCL, SiC, SiCm, S	Cm, C+60v, C+60s, C-60v, C-60s	
عمق خاک Coarse Fragment (%)	0-5		5-15	15-35	35-55	55-65	>65
آهک Soil Depth (cm)	>150		150-120	120-100	100-75	75-60	<65
گچ $CaCO_3$ (%)	0-25		25-38	38-50	50-60	60-70	>70
Gypsum (%)	0-3		3-8	8-16	16-24	24-35	>35
خصوصیات حاصلخیزی خاک Soil fertility characteristics (f)							
واکنش خاک	6.5-7.5		7.5-7.8	7.8-8.2	8.2-8.7	8.7-8.9	>8.9
pH (H_2O)	6.5-6.2		6.2-5.8	5.8-5.5	<5.5		
شوری و قلیائیت Salinity & Alkalinity (n)							
شوری درصد سدیم تبادلی EC (dS m^{-1})	0-3		3-8	8-15	15-25	25-35	>35
ESP (%)	0-5		5-12	12-24	24-44	44-55	>55

*Cm: massive clay	رس با ساختمان فشرده
SiCm: massive silty clay	رس سیلتی با ساختمان فشرده
C+60v: very fine clay, vertisol structure	رس خیلی ریز، ساختمان ورتی‌سول‌ها
C+60s: very fine clay, blocky structure	رس خیلی ریز، ساختمان مکعبی
C-60v: clay, vertisol structure	رس، ساختمان ورتی‌سول‌ها
C-60s: clay, blocky structure	رس، ساختمان مکعبی

جدول ۷ خصوصیات اراضی و سایر اطلاعات لازم ۲۰ پروفیل جدید خاک را که به‌منظور صحت‌سنجی جدول پیشنهادی شماره ٦ به‌کاررفته است را نشان می‌دهد. شاخص خاک به روش ریشه دوم با کاربرد درجه اختصاص‌یافته به هر یک از ویژگی‌ها بر پایه جدول ٦، محاسبه شده است.

رابطه بین عملکرد با شاخص اراضی به‌دست‌آمده از روش پارامتریک برای ۲۰ پروفیل خاک در شکل ۲، ارائه شده است. بر پایه این جدول، مقدار ضریب تبیین بین عملکرد و شاخص خاک، حدود ۰/۷۹ به‌دست آمد که نشان‌دهنده قابل‌اعتماد بودن درجه‌بندی خصوصیات اراضی و جدول پیشنهادی در این پژوهش است. هم‌چنین مشخص است که یک رابطه خطی معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بین عملکرد نخل خرما و شاخص خاک محاسبه‌شده وجود دارد.

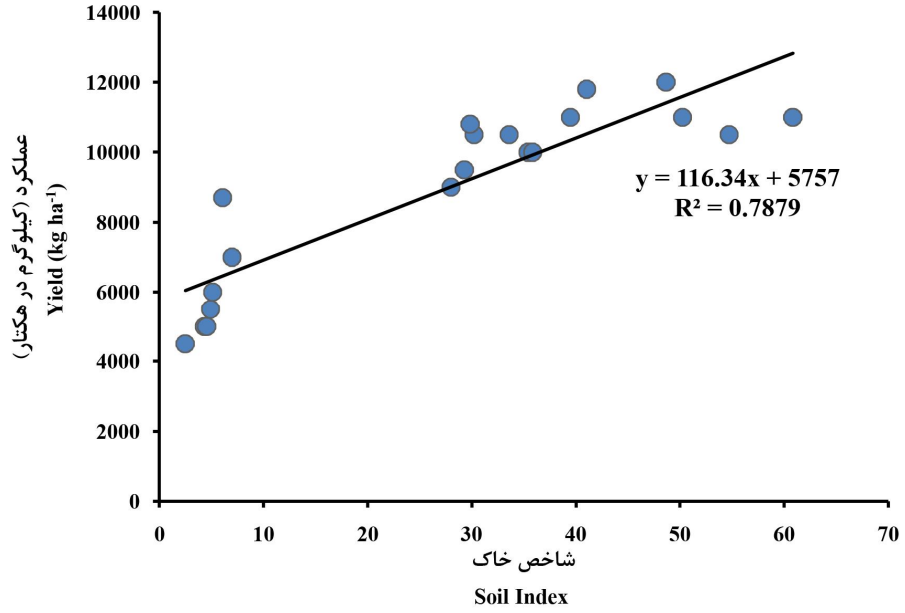
شکل ۱- استان‌های موردمطالعه در این پژوهش و دشت‌های نمونه‌برداری شده در هر استان.

Figure 1. Studied provinces in this research and sampled plains in each province.

جدول ۷- خصوصیات اراضی ۲۰ پروفیل استفاده‌شده برای صحت‌سنجی جدول پیشنهادی نیازهای رویشی خاک و اراضی خرما.

Table 7. Soil properties of 20 profiles used for validation of proposed soil and landscape requirements table for date palm.

ردیف Row	بافت خاک Soil texture	درجه Rating value	درصد سنگریزه Gravel (%)	درجه Rating value	درصد گچ Gypsum (%)	درجه Rating value	pH	درجه Rating value	هدایت الکتریکی EC (dS m^{-1})	درجه Rating value	ESP (%)	درجه Rating value	درصد آهک $CaCO_3$ (%)	درجه Rating value	شاخص خاک Soil Index	عملکرد Yield (kg ha^{-1})
1	LS	90.00	47.00	48.00	10.80	76.25	8.50	48.00	19.40	12.50	34.00	50.00	55	50.00	2.49	4500
2	CL	90.00	44.00	51.00	7.21	86.58	7.60	91.67	14.50	12.50	26.30	57.70	51.5	57.00	4.33	5000
3	SL	97.50	29.00	67.50	0.45	99.25	8.20	60.00	16.24	12.50	26.00	58.00	51	58.00	4.54	5000
4	SL	97.50	20.00	78.75	10.30	77.81	8.00	72.50	14.80	12.50	26.80	57.20	49	62.08	4.90	5500
5	SL	97.50	33.00	62.50	6.20	88.60	8.10	66.25	9.95	12.50	18.70	71.04	47	66.25	5.13	6000
6	SiL	90.00	28.00	68.75	1.02	98.30	7.30	96.00	15.30	12.50	29.60	54.40	43	74.58	6.08	8700
7	L	97.50	18.00	81.25	4.22	92.56	8.00	72.50	10.60	12.50	17.10	74.38	41	78.75	6.97	7000
8	LS	90.00	24.00	73.75	2.80	95.33	8.20	60.00	1.56	50.00	5.30	94.57	35	87.31	27.99	9000
9	SL	97.50	35.00	60.00	7.50	86.00	7.90	78.75	0.77	50.00	2.50	97.50	33	88.85	29.29	9500
10	LS	90.00	32.00	63.75	6.30	88.40	7.80	85.00	0.92	50.00	2.90	97.10	35	87.31	30.23	10500
11	SCL	72.50	15.00	85.00	1.90	96.83	8.00	72.50	1.26	50.00	3.20	96.80	38	85.00	29.83	10800
12	SL	97.50	27.00	70.00	0.36	99.40	7.90	78.75	3.60	50.00	5.00	95.00	33	88.85	33.58	10500
13	SL	97.50	13.00	87.00	3.80	93.40	8.00	72.50	1.47	50.00	5.00	95.00	29	91.92	35.41	10000
14	SL	97.50	18.00	81.25	0.00	100.00	7.90	78.75	3.03	50.00	4.80	95.20	36	86.54	35.85	10000
15	L	97.50	0.00	100.00	0.00	100.00	7.90	78.75	2.34	50.00	7.60	91.29	33	88.85	39.46	11000
16	SL	97.50	0.00	100.00	3.80	93.40	7.70	88.33	2.40	50.00	8.30	90.29	28	92.69	41.02	11800
17	LS	90.00	15.00	85.00	4.10	92.80	7.80	85.00	8.00	72.50	15.10	78.54	25	95.00	48.65	12000
18	LS	90.00	28.00	68.75	5.20	90.60	7.70	88.33	6.56	99.70	14.00	80.83	29	91.92	50.22	11000
19	SL	97.50	0.00	100.00	4.30	92.40	7.40	95.50	7.88	80.00	19.50	69.38	31	90.38	54.72	10500
20	SL	97.50	21.00	77.50	0.35	99.42	7.70	88.33	7.41	95.45	14.80	79.17	24	95.20	60.82	11000



شکل ۲- رابطه بین عملکرد با شاخص خاک به‌دست آمده با روش پارامتریک.

Figure 2. Relationship between yield and soil index obtained from parametric method.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، تدوین جدول نیازهای رویشی نخل خرما انجام شد که برای انجام مطالعات ارزیابی تناسب اراضی ضروری است. این مطالعات به مکان‌یابی مناطق مستعد کاشت نخل خرما و اصلاح وضعیت تولید خرما در کشور کمک شایانی می‌نماید. ضریب تبیین مقادیر عملکرد واقعی اندازه‌گیری‌شده و شاخص خاک محاسبه شده، در حدود ۰/۷۹ به‌دست آمد که نشان‌دهنده دقت قابل‌قبول جدول نیاز خاکی تدوین شده برای نخل خرما می‌باشد. نتایج آمار توصیفی نشان داد که از عوامل اصلی و مؤثر خاکی در کاهش عملکرد نخل خرما در استان کرمان و هرمزگان، شوری و قلیاییت، بافت خاک سبک، سنگریزه، فقر عناصر غذایی، مقدار زیاد گچ، ماده آلی اندک و اسیدیته بالا می‌باشند. در استان فارس نیز همین عوامل به همراه بافت خاک سنگین و آهک زیاد، برای کاشت و پرورش نخل خرما محدودکننده است. در دو استان بوشهر و خوزستان، آهک زیاد، بافت خاک سنگین، فقر عناصر غذایی، کمبود ماده آلی و شوری خاک، از عوامل محدودکننده به‌شمار می‌آیند.

ولی به‌نظر می‌رسد که عامل محدودکننده اصلی در استان‌های جنوبی کشور، شور و سدیمی‌بودن خاک نخلستان‌های مورد مطالعه است؛ بنابراین اعمال مدیریت مناسب در این خصوص مانند انجام عملیات اصلاحی و آبشویی، استفاده از ارقام خرمای مقاوم به شوری و اعمال مدیریت به‌باغی ویژه این نوع خاک‌ها، بسیار ضروری بوده و به‌کارگیری آن توصیه می‌شود. هم‌چنین در برخی مناطق تحت کشت خرما مانند نخلستان‌های استان‌های فارس، بوشهر و خوزستان، مقدار آهک موجود در خاک، در حدّی است که عملکرد را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد، بنابراین برای افزایش عملکرد در خاک‌های آهکی، اعمال مدیریت ویژه لازم است.

تقدیر و تشکر

نویسندگان از حمایت‌های مؤسسه تحقیقات خاک و آب برای به انجام رسیدن پروژه تحقیقاتی با شماره مصوب ۹۴۰۰۲-۹۴۵۲-۱۰-۱۰-۰۱٤، که این مقاله از آن استخراج شده است، صمیمانه تشکر می‌نمایند.

داده‌ها و اطلاعات

مقاله حاضر با استفاده از داده‌های پروژه تحقیقاتی با عنوان «تعیین نیازهای رویشی برای خرما در استان‌های کرمان، هرمزگان، بوشهر، فارس و خوزستان» که از تاریخ ۱۳۹٦/۰٦/۰۱ تا ۱۳۹۸/۰٦/۰۱ در مؤسسه تحقیقات خاک و آب انجام شده، نوشته شده است.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافعی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

منابع

1. Ammari, P. 2009. Grading of soil properties and crop requirements of walnut in East Azarbaijan Province. Soil and Water Research Institute, Technical Report No. 1429, 56p. (In Persian)
2. Belal, A.A., and Al-Ashri, K.M.A. 2011. GIS Based land evaluation in Baharyia Oasis, Western desert, Egypt. J. Soil Sci. Agric. Engin. 2: 1. 11-24.
3. Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agron. J. 54: 5. 464-465.
4. Dialami, H. 2017. Qualitative, quantitative and economic land suitability for cultivation of date palm hearts in the provinces of Khuzestan, Fars and Bushehr using multi-criteria evaluation methods and FAO. PhD Thesis. Agricultural faculty of Shahrekord University. 253p. (In Persian)
5. FAO statistic. 2017. Available: http// faostat.fao.org/ site/567/ default.aspx. 351p.
6. FAO. 1976. A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin No. 32, Rome. 248p.
7. Farajnia, A., Yarahmadi, J., and Kanani Notash, K. 2012. Determination of crop requirements of grape for use in land suitability studies. Soil and Water Research Institute, Technical Report No. 1757, 42p. (In Persian)
8. Ghaemian, N. 2009. Classification of soil properties and almond crop requirements for preparation of baseline land suitability tables in West Azerbaijan Province. Soil and Water Research Institute, Technical Report No. 1430, 29p. (In Persian)
9. Ghaemian, N. 2010. Classification of soil properties and apple crop requirements for preparation of baseline land suitability tables in West Azerbaijan Province. Soil and Water Research Institute, Technical Report No. 1509, 36p. (In Persian)
10. Ghiasvand, A. 2012. Application of statistics and SPSS software in data analysis. Fourth Edition, Motafakeran Publishing, 282p. (In Persian)
11. Khalifa, M.E.A., and Samir, M.H.A.R. 2008. Land potentiality assessment, East El-Owienat area, Egypt. J. Agric. Environ. Sci. 7: 1. 149-171.
12. Knudsen, D., Peterson, G.A., and Pratt, P.F. 1982. Lithium, sodium, and potassium. In: Page A.L. (Ed.). Methods of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. Pp: 225-246.
13. Metwaly, M.M.A., and El-Araby, A.M. 2011. Land suitability for some specific crops using remote sensing and GIS in El-Qaa plain, South Sinai, Egypt. J. Soil Sci. Agric. Engin. 2: 2. 227-238.
14. Ministry of Jihad-Agriculture. 2017. Agricultural Statistics. Deputy of Planning and Economics. Office of Statistics and Information Technology, Ministry of Jihad-Agricultur, Tehran. 392p.

15. Mostaan, A., Latifian, M., Torahi, A., Amani, M., Mohebbi, A.H., and Ali Hoori, M. 2017. Technical guide to planting, cultivation and harvesting dates. Horticultural Science Research Institute, Agricultural Education Publication. 146p. (In Persian)
16. Nelson, R.E. 1982. Carbonate and gypsum. In: Page A.L. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. Pp: 181-197.
17. Peech, M. 1965. Hydrogen ion activity. In: Black, C.A. (ed.), Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. Pp: 914-926.
18. Pezhman, H. 2007. Guide date (plantation, cultivation, harvesting). Educational technology services bureau. 286p. (In Persian)
19. Rezaei, A., and Soltani, A. 2004. Introduction to Applied Regression Analysis. Second edition, Isfahan University of Technology Publications, 306p. (In Persian)
20. Roades, J.D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks, D.L. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 3: Chemical methods. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. Pp: 417-437.
21. Salah, A., Van Ranst, E., and Hisham, El. 2001. Land suitability assessment for date palm cultivation in the Eastern Nile delta, Egypt using an automated land evaluation system (ALES) and GIS. Second International Conference on Date Palm. 25-27 March. Al-Ain. UAE.
22. Servati, M. 2018. Efficiency of the ELECTRE Tri method in assessing the suitability of the Chaldoran area for potato cultivation. J. Water Soil Cons. 25: 1. 271-284. (In Persian)
23. Shahrokh, V., Ayoubi, Sh., and Jalalian, A. 2011. Qualititative, quantitative and economical land suitability evaluation for wheat and rice production and assessment of their environmental impacts in Zarrinshahr and Mobarakeh Isfahan Province. J. Water Soil Cons. 8: 3. 37-60. (In Persian)
24. Sulieman, M.M., Ibrahim, I.S., and Elfaki, J. 2015. Land suitability characterization for crop and fruit production for some river Nile terraces, Khartoum, North Sudan. Inter. J. Sci. Res. Pub. 5: 10. 1-5.
25. Sys, C., Van Ranst, E., and Debaveye, J. 1991. Land Evaluation. Parts I and II: Principles in Land Evaluation and Crop Production Calculations. Agricultural Publications, No 7. General Administration for Development Cooperation, Brussels, Belgium.
26. USDA. 2014a. Keys to Soil Taxonomy. 12th edition, United States Department of Agriculture, National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service. 372p.
27. USDA. 2012. Field Book for Describing and Sampling Soils. Version 3, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE. 300p.
28. USDA. 2014b. Kellogg Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigations Report No. 42, Version 5. R. Burt and Soil Survey Staff (eds.). United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. 1031p.
29. Wakley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid method in soil analysis. Experimental Soil Science, 79: 459-465.
30. Zare Chahoki, M.A. 2014. Data analysis in natural resources research with SPSS software. Second Edition, Tehran Jihad-Daneshgahi Publications, 312p. (In Persian)
31. Zeinadini, A. 2014. Characteristics of some pistachio cultivated soils and determination of plant needs and land characteristics for pistachio plant in Kerman Province. PhD Thesis, Azad University, Science and Research Branch, Tehran. 283p. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Research Full Paper

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 27(5), 2021
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2021.17510.3297

Preparation of soil and landscape requirements table for date palm to use in land suitability evaluation

***A. Zeinadini[1], S.A.R. Seyed Jalali[1], M.N. Navidi[1], M. Eskandari[1], J. Seyed Mohammadi[1], H. Dialami[2], A.H. Moghimi[3] and M. Poozesh Shirazi[4]**

[1]Assistant Prof., Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran,
[2]Assistant Prof., Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran,
[3]Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zarghan, Iran,
[4]Assistant Prof., Soil and Water Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Borazjan, Iran

Received: 12.28.2019; Accepted: 10.21.2020

Abstract

Background and Objectives: Iran is one of the major date-producing countries and not only has a long history in this field, but also it currently has the second grade of Date production in the world. Therefore, the cultivation and production of Dates in Iran is of particular importance both nationally and for the inhabitants of the producing provinces. In this regard, planning for optimal utilization of production resources such as soil and lands for development of the yield in the country has a special place. Consequently, evaluation of land suitability and utilization of lands in proportion to their potential and capacity for specific land use seems an important solution. However, one of the necessities of land suitability assessment is to determine the crop requirements of the plants such as the status of the soil as a production bed. The objective of this study was to investigate the effect of soil characteristics on Date yield and their rating for use in land suitability evaluation studies.

Materials and Methods: First, 91 palm Date orchards were selected with diversity of soil and yield in Kerman, Fars, Khuzestan, Hormozgan and Bushehr provinces, in each garden, a soil profile was studied and a land use questionnaire completed. Physicochemical and fertility analyses were carried out on the collected soil samples. Multivariate regression was investigated between yield as dependent variable and independent variables including salinity, percentage of exchangeable sodium, pH, gypsum, calcium carbonate equivalent, clay, sand, silt, gravel, available potassium and phosphorus by stepwise method. Then, by checking the relations of simple regression between the important and effective characteristics with yield, related equations and diagrams were drawn and the rating of land characteristics set. The proposed crop requirement table was evaluated and validated using soil and yield data of 20 orchards.

Results: Results showed that potassium, sand percentage, soil salinity, ESP and $CaCO_3$ had the highest and soil organic carbon content and pH had the least variation. Maximum amount of lime and gypsum was 74 and 17% and soil texture varied from sandy to clay, respectively. Regression results showed that independent variables including soil salinity, ESP, $CaCO_3$,

* Corresponding Author; Email: ali_zeinadin@yahoo.com

gypsum, gravel, available potassium and phosphorus were effective on yield, respectively. The determination coefficient of multivariate regression indicated that the variables entered into the model can determine 79% of the variance related to the dependent variable. In simple regression equations, soil salinity, ESP, gypsum, $CaCO_3$ and gravel had a decreasing effect and organic carbon, available phosphorus and potassium had increasing effect on yield. The highest contribution to the decline in Date yields was related to soil salinity, gravel, ESP and calcium carbonate.

Conclusion: The coefficient of determination between yield and soil index obtained from the proposed soil and landscape requirements table for the Date was about 0.79 which showed acceptable accuracy of the prepared table. Soil salinity, ESP, gypsum and calcium carbonate limit for Date palm were determined 8 dS m^{-1}, 12, 8 and 38 percent, respectively.

Keywords: Crop requirements, Date palm, Land suitability