نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال نهم / شماره دوم / تابستان ۱۳۹۸

بررسی روابط ویژگی‌های خاک و غلظت عناصر برگ با ویژگی‌های کیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول در منطقه داراب، استان فارس

عباس میرسلیمانی[۱*]، حسین امین[۱] و مهدی نجفی قیری[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۲۸)

چکیده

عوامل مختلفی شامل شرایط آب‌وهوایی، نوع پایه، شرایط خاک، عوامل زمین‌شناسی، تغذیه گیاه و آبیاری بر کمیت و کیفیت میوه پرتقال اثر می‌گذارند. در این تحقیق ارتباط ویژگی باغ‌های منطقه داراب و خاک و عناصر برگ پرتقال با کیفیت میوه پرتقال واشنگتن ناول (*Citrus sinensis* L. Osbeck) بررسی شد. در قالب یک طرح بلوک کامل تصادفی از شش منطقه در شهرستان داراب نمونه‌برداری خاک، میوه و برگ به‌صورت تصادفی صورت گرفت. پس از نمونه‌برداری از خاک، ویژگی‌های اراضی مانند وضعیت فیزیوگرافی، شیب زمین، مقدار سنگریزه، ارتفاع محل از سطح دریا، درصد شن، سیلت و رس، درصد ماده آلی، کربنات کلسیم، پ‌هاش و قابلیت هدایت الکتریکی و همچنین قابلیت استفاده نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی خاک تعیین شد. در میوه‌های نمونه‌برداری شده نیز ویژگی‌های مختلف کمّی و کیفی شامل وزن میوه، وزن پوست، وزن گوشت، ضخامت پوست، طول، قطر و میزان گرانوله شدن میوه‌ها، شاخص طعم، درصد قند و اسید آب میوه اندازه‌گیری شد. در نمونه‌های برگ نیز مقدار نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی اندازه‌گیری شد. این پژوهش به‌صورت نمونه‌برداری تصادفی با سه تکرار برای هر باغ و هر تکرار شامل یک اصله درخت انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که وزن میوه در مناطق مورد مطالعه با درصد شیب زمین، پ‌هاش، قابلیت هدایت الکتریکی، مقدار ماده آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک و پتاسیم برگ ارتباط معنی‌داری دارد. ضخامت پوست میوه ارتباط مثبت و معنی‌داری با شیب زمین، قابلیت هدایت الکتریکی، مقدار ماده آلی، سیلت، رس و نیتروژن، فسفر و روی خاک و نیتروژن و پتاسیم برگ و ارتباط منفی معنی‌داری با مقدار سنگریزه و شن نشان داد. ارتباط بین گرانوله شدن میوه با کربنات کلسیم، سنگریزه، ماده آلی و پتاسیم خاک معنی‌دار بود. نسبت قند به اسید آب میوه ارتباط منفی با درصد سیلت، کربنات کلسیم خاک و پتاسیم برگ داشت. به‌طورکلی ویژگی‌های خاک اثرات مهمی بر ویژگی‌های کیفی میوه داشته و به‌نظر می‌رسد نقش بافت، ماده آلی، پ‌هاش، فسفر و پتاسیم بیشتر از سایر ویژگی‌ها باشد.

واژه‌های کلیدی: ماده آلی خاک، بافت خاک، کیفیت میوه، گرانوله شدن، فسفر، پتاسیم

۱ و ۲. به‌ترتیب استادیاران و دانشیار، بخش تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: soleiman@shirazu.ac.ir

مقدمه

استان فارس با داشتن ۱۹۸۱۰ هکتار باغ پرتقال و تولید سالیانه ۳۸۰۴۰۸ تن انواع پرتقال حدود ۲۰ درصد تولید این میوه در کشور را به خود اختصاص داده است. در این میان منطقه داراب به‌دلیل شرایط آب‌وهوایی مناسب، به‌عنوان یکی از مراکز مهم تولید مرکبات به‌ویژه پرتقال در استان فارس و کشور مطرح است (۱). اگرچه ارقام مختلفی از پرتقال در منطقه داراب پرورش می‌یابد اما رقم واشنگتن ناول (*Citrus sinensis* L. Osbeck) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و تولید آن نسبت به سایر ارقام بیشتر است.

عوامل متعددی شامل شرایط آب‌وهوایی، نوع پایه، شرایط خاک، عوامل زمین‌شناسی، وضعیت آبیاری و تغذیه گیاه بر کمیت و کیفیت میوه پرتقال اثر می‌گذارند (۷). زانگ و همکاران (۴۱) بیان کردند که کیفیت درونی میوه مانند ویتامین ث و کل مواد جامد محلول آن در خاک‌های آهکی تحت تأثیر کاربرد آهن، منگنز و روی قرار گرفته و بهبود می‌یابد. افزودن پتاسیم به خاک نیز می‌تواند سبب افزایش قطر میوه، میانگین وزن میوه، ضخامت پوست میوه، اسیدیته، مواد جامد محلول و نسبت ضخامت پوست به قطر میوه شود (۲۲). آبیاری کافی درختان می‌تواند سبب افزایش قطر نهال‌های مرکبات، ارتفاع درخت، تعداد میوه و نسبت مواد جامد محلول به اسید آب میوه شود (۲۲).

پاویا و همکاران (۲۹) گزارش کردند که میزان رطوبت خاک و نفوذ ریشه برای رشد درختان پرتقال رقم هاملین (Hamlin) مهم‌تر از وضعیت تغذیه‌ای خاک است درحالی‌که فیدالوسکی و همکاران (۹) ویژگی‌های فیزیکی خاک را مهم‌تر دانستند. به‌هرحال ویژگی‌های خاک از عوامل مهمی هستند که می‌توانند در ارزیابی اراضی برای کشت مرکبات مورد استفاده قرار گیرند. تغییر ویژگی‌های خاک در یک زمین‌نما تحت تأثیر عوامل توپوگرافی از جمله شیب قرار می‌گیرد و بنابراین ویژگی‌هایی مانند بافت خاک، مقدار ماده آلی، عمق خاک و مقدار سنگریزه می‌تواند تحت تأثیر شیب زمین قرار گیرد (۲، ۱۱، ۱۶ و ۲۵). سیکوورا و همکاران (۳۴) نیز بر اهمیت تأثیر شکل اراضی و وضعیت شیب بر کیفیت میوه تأکید کردند. سریواستاوا و سینگ (۳۶) بیان کردند که از بین ذرات خاک، رس بیشترین همبستگی را با عملکرد میوه پرتقال داشته و به‌ازای افزایش ۱۰ درصد رس، عملکرد میوه ۱۱ تا ۱۷ تن در هکتار کاهش می‌یابد.

با توجه به اینکه پرورش پرتقال ناول در مناطق مختلفی از شهرستان داراب توسعه یافته و از آنجا که این اراضی از نظر ویژگی‌های مختلف خاک و خصوصیات توپوگرافی متفاوت هستند، هدف از این پژوهش مقایسه ویژگی‌های کیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول در مناطق مختلف شهرستان داراب و یافتن ارتباط بین ویژگی‌های کیفی میوه با برخی خصوصیات خاک مانند بافت، سنگریزه، ماده آلی، وضعیت شیب زمین و غلظت برخی عناصر معدنی پرمصرف و کم‌مصرف خاک و برگ است. نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند در اصلاح مدیریت و بهبود کیفیت میوه در باغ‌های مناطق مختلف داراب مؤثر باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در شهرستان داراب، واقع در جنوب شرق استان فارس، به‌عنوان یکی از قطب‌های تولید پرتقال در کشور در سال ۱۳۹۴ انجام شد. رقم مورد مطالعه در این پژوهش پرتقال واشنگتن ناول بود که روی پایه لیمو ترش (*Citrus aurantifolia* L.) پیوند شده است. طرح آزمایش به‌صورت بلوک کامل تصادفی بود. ابتدا بر اساس مطالعات میدانی، عکس‌های هوایی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های توپوگرافی، شش منطقه مختلف که باغ‌های پرتقال در آنها تراکم بیشتری داشتند، شناسایی و انتخاب شدند. مختصات جغرافیایی، ارتفاع و برخی ویژگی‌های دیگر مناطق مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است. از هر منطقه به‌صورت تصادفی و بسته به وسعت باغ‌های موجود تعداد یک تا شش باغ که دارای میوه بودند، انتخاب شدند. در همه باغ‌ها

جدول ۱. برخی ویژگی‌های مناطق و درختان مورد مطالعه

منطقه	طول جغرافیایی	عرض جغرفیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	تعداد نمونه	میانگین سن درختان (سال)	میانگین دمای سالیانه (°C)	بارندگی سالیانه (میلی‌متر)	مواد مادری خاک
فسارود	۵۴° ۱۸/۹′	۲۸° ۴۷/۳′	۱۰۵۰–۱۲۰۰	۱۵	۱۳/۸	۲۲–۲۴	۲۵۰–۳۰۰	آبرفتی آهکی-گچی-نمکی
جنت‌شهر	۵۴° ۳۹/۶′	۲۸° ۴۰/۶′	۱۱۰۰–۱۲۰۰	۱۸	۱۶/۸	۲۲–۲۴	۲۵۰–۳۰۰	آبرفتی آهکی
تنگ‌کتویه	۵۴° ۳۵/۲′	۲۸° ۴۶/۲′	۱۱۰۰–۱۴۰۰	۳	۲۳	۲۱–۲۳	۲۵۰–۳۰۰	آبرفتی آهکی
رودبال	۵۴° ۲۹/۳′	۲۸° ۴۸/۰′	۱۱۰۰–۱۳۰۰	۱۲	۱۶/۶	۲۱–۲۳	۲۵۰–۳۰۰	آبرفتی آهکی
فورگ	۵۵° ۱۰/۳′	۲۸° ۱۹/۹′	۸۵۰–۱۰۰۰	۹	۱۴/۷	۲۳–۲۵	۲۰۰–۲۵۰	آبرفتی آهکی-گچی
لایزنگان	۵۴° ۴۹/۷′	۲۸° ۳۲/۹′	۱۴۰۰–۱۶۰۰	۶	۱۲	۱۸–۲۰	۳۰۰–۴۰۰	آبرفتی آهکی

آبیاری قطره‌ای اجرا می‌شد. سپس در هر باغ از میان درختان سالم (بدون بیماری و یا علائم شدید کمبود عناصر غذایی)، سه و در مجموع ۶۳ درخت به‌صورت تصادفی انتخاب شد و از چهار سمت درخت زیر قطره‌چکان‌ها تا عمق ۳۰ سانتی‌متر خاک با مته، نمونه‌برداری مرکب انجام شد. ویژگی‌های اراضی مانند وضعیت فیزیوگرافی، شیب زمین، مقدار حجمی سنگریزه، ارتفاع از سطح دریا نیز یادداشت شدند. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک دو میلی‌متری، درصد شن، سیلت و رس (۳۳)، درصد ماده آلی (۲۶) و کربنات کلسیم معادل (۳۲) اندازه‌گیری شد. سپس پ‌هاش خاک در خمیر اشباع و قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره اشباع نیز اندازه‌گیری شد (۳۲). مقدار نیتروژن (به‌روش میکروکلدال)، فسفر به‌روش اولسن و همکاران (۲۸)، پتاسیم به‌روش هلمک و همکاران (۱۳) و عناصر کم‌مصرف شامل آهن و روی به‌روش لیندسی و نرول (۱۹) در نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شد. از هر درخت ۱۰ عدد میوه به‌صورت تصادفی از ارتفاع حدود ۱/۵ متری از سطح زمین برداشت و برای اندازه‌گیری ویژگی‌های مختلف کمّی و کیفی میوه به آزمایشگاه منتقل شدند. وزن میوه، وزن پوست میوه، وزن گوشت میوه (با ترازوی دیجیتال)، ضخامت پوست (با کولیس دیجیتال)، طول میوه، قطر میوه (با خط‌کش) و میزان گرانوله شدن (Granulation) (سخت، بی‌رنگ و بی‌آب شدن آبدانک‌های انتهای میوه) نسبی میوه‌ها به‌صورت مقایسه‌ای تعیین شد. گرانوله شدن نسبی با مقایسه میوه‌ها از عدد یک (گرانوله شدن کم) تا پنج (گرانوله شدن زیاد) مشخص شد. طعم میوه‌ها نیز با چشیدن آنها توسط چهار نفر و میانگین‌گیری بر اساس اعداد ۱ (بی‌مزه) تا ۱۰ (بهترین طعم) تعیین شد. درصد مواد جامد محلول (TSS) آب میوه با استفاده از دستگاه قندسنج دستی مدل Buffalo NY۱۴۲۱۵ و اسید کل قابل تیتراسیون (TA) آب میوه به روش تیتراسیون با سود ۰/۳ نرمال اندازه‌گیری شد. از هر درخت حدود ۱۰۰ عدد برگ بالغ (برگ‌های چهارم تا پنجم شاخه‌های یک‌ساله) نیز برداشت شد. برگ‌ها ابتدا با آب مقطر شسته شده سپس در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت خشک شدند و پس از توزین و آسیاب، در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس در کوره الکتریکی به‌صورت خاکستر درآمدند. خاکستر گیاهی حاصل با استفاده از اسید کلریدریک دو مولار عصاره‌گیری و از کاغذ صافی عبور داده شد (۳). برای اندازه‌گیری نیتروژن، فسفر و پتاسیم، به‌ترتیب از دستگاه‌های میکروکلجدال (Kjelflex-K۳۶۰)، اسپکتروفتومتر و فلیم‌فتومتر (Corning ۴۱۰) و برای اندازه‌گیری آهن و روی از روش جذب اتمی استفاده شد.

آنالیز آماری داده‌ها و تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SPSS V۲۰ و مقایسه میانگین نمونه‌ها نیز با آزمون T-test در سطح معنی‌داری پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که باغ‌های پرتقال مورد مطالعه در واحدهای فیزیوگرافی مخروط‌افکنه‌های آبرفتی، دشت‌های دامنه‌ای و اراضی پست، شیب حداکثر ۱۲ درصد، مقدار سنگریزه تا ۷۰ درصد، ارتفاع ۱۴۹۴-۹۲۷ متر بالاتر از سطح دریا توسعه یافته‌اند. تمامی اراضی مورد مطالعه از مواد آبرفتی آهکی و در بعضی مناطق نمکی و یا گچی تکامل یافته‌اند. میانگین دما و بارندگی سالیانه مناطق مورد مطالعه به‌ترتیب ۱۸ تا ۲۵ درجه سلسیوس و ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر است (جدول ۱).

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مختلف خاک، اراضی و برگ و همچنین ویژگی‌های کیفی میوه پرتقال را در شش منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود مناطق مورد مطالعه از نظر ویژگی‌های مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک (به‌جز مقدار رس و پ‌هاش) و پتاسیم و روی قابل استفاده دارای اختلاف معنی‌دار هستند. جدول ۳ ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه که از زیر درختان برداشته شده را نشان می‌دهد. مقدار رس، شن، سیلت، ماده آلی و سنگریزه خاک و درصد شیب زمین در مناطق مورد مطالعه دارای دامنه بسیار وسیعی است. به‌طورکلی میانگین مقدار شن، سیلت و رس در نمونه‌های خاک به‌ترتیب ۵۶، ۳۲ و ۱۲ درصد است و بافت خاک بیشتر باغ‌ها لوم شنی است. مقدار کربنات کلسیم معادل نیز از ۱۸ تا ۸۶ درصد متغیر بود که مقادیر کمتر مربوط به منطقه فسارود و مقادیر بالاتر مربوط به مناطق جنت‌شهر و فورگ بود. شیب زمین از ۰/۵ تا ۱۲ درصد متفاوت بود که با توجه به شرایط آبیاری تحت فشار (آبیاری قطره‌ای) به‌نظر می‌رسد مشکلی برای آبیاری ایجاد نشود.

نکته قابل توجه، مقدار سنگریزه (ذرات با قطر بزرگ‌تر از دو میلی‌متر) در نمونه‌های خاک بود. اغلب خاک‌ها دارای مقدار زیادی سنگریزه بودند (میانگین ۱۹ درصد). با توجه به ضعیف بودن خواص حاصلخیزی شن و سنگریزه، به‌نظر می‌رسد که مقادیر بالای این اجزا در خاک به سبب بهبود خواص فیزیکی خاک مانند تهویه و نفوذپذیری دارای اهمیت هستند. مقدار ماده آلی در خاک‌های مورد مطالعه نیز بسیار خوب و دارای میانگین ۵/۸ درصد بود که بسیار بیشتر از مقدار بیان شده توسط نجفی قیری و همکاران (۲۵) برای خاک‌های استان فارس است. علت بالا بودن مقدار ماده آلی، کاربرد زیاد کودهای دامی در باغ‌های مرکبات در مناطق مورد مطالعه است. در واقع مقدار کم رس در خاک به‌عنوان جزئی که از نظر حاصلخیزی و خواص تغذیه‌ای (مانند ظرفیت تبادل کاتیونی و درصد اشباع بازی) اهمیت فراوانی دارد، با مقادیر بالای ماده آلی در خاک جبران می‌شود. خاک‌های مورد مطالعه دارای قابلیت هدایت الکتریکی پایینی بوده و فقط خاک‌هایی از منطقه جنت‌شهر دارای قابلیت هدایت الکتریکی بالا (تا پنج دسی‌زیمنس بر متر) بودند. به‌طور کلی میانگین قابلیت هدایت الکتریکی ۱/۱ دسی‌زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. همه خاک‌های مورد مطالعه دارای پ‌هاش قلیایی ضعیف (۸-۷) بودند و از این نظر تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین خاک‌های مناطق مختلف مشاهده نشد.

قابلیت استفاده برخی عناصر مهم که در پرورش مرکبات مهم هستند شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن و روی در جدول ۳ نشان داده شده است. مقدار نیتروژن، پتاسیم و آهن در خاک‌های منطقه فسارود بیشتر از سایر مناطق بود، درحالی که مقدار فسفر در خاک‌های منطقه جنت‌شهر و مقدار روی در خاک‌های منطقه لایزنگان بیشتر از سایر مناطق بود.

ویژگی‌های کیفی میوه و ارتباط آنها با خصوصیات اراضی و خاک

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که خصوصیات کیفی میوه در مناطق مختلف مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین ویژگی‌های مختلف میوه در شش منطقه در جدول ۴ آورده شده است. به‌طورکلی وزن میوه از ۱۲۵ تا ۲۹۵ گرم متغیر بود اما تفاوت معنی‌داری بین مناطق مورد مطالعه از این نظر مشاهده نشد. وزن میوه در مناطق مورد مطالعه با شیب زمین (**۰/۳۶)، پ‌هاش (**۰/۴۷-)، قابلیت هدایت الکتریکی (**۰/۳۱)، ماده آلی خاک (**۰/۴۷) (شکل ۱)،

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های اراضی، خاک، برگ و ویژگی‌های کیفی میوه در باغ‌های مورد مطالعه

ویژگی	اصلی		خطا	ویژگی	اصلی		خطا	
	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
شن (درصد)	۵	۸۴۳**	۵۷	۱۷۴	۵	۹۸۴**	۵۷	۱۴۸
سیلت (درصد)	۵	۵۷۱**	۵۷	۸۸	۵	۱۰۷**	۵۷	۸/۹
رس (درصد)	۵	۷۰/۹	۵۷	۳۵	۵	۵/۲۹**	۵۷	۰/۴۴
کربنات کلسیم معادل (درصد)	۵	۱۲۸۹**	۵۷	۸۹	۵	۰/۳۱۵*	۵۷	۰/۱۲۶
پ‌هاش	۵	۰/۱۰۹	۵۷	۰/۰۵۴	۵	۰/۰۰۳**	۵۷	۰/۰۰۱
EC (دسی‌زیمنس بر متر)	۵	۱/۳۲*	۵۷	۰/۴۲	۵	۰/۲۹۳*	۵۷	۰/۱۸۵
ماده آلی (درصد)	۵	۲۰/۴**	۵۷	۵/۰	۵	۰/۰۰۵*	۵۷	۰/۰۰۲
شیب زمین (درصد)	۵	۵۴/۶**	۵۷	۴/۲	۵	۴/۸۸**	۵۷	۰/۰۴
سنگریزه (درصد)	۵	۳۵۰۵**	۵۷	۱۴۶	۵	۰/۹۸۶	۵۷	۱/۰۴۷
نیتروژن خاک (درصد)	۵	۰/۰۲	۵۷	۰/۱۱	۵	۷/۲۶۴**	۵۷	۱/۷۱۱
فسفر خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵	۱۱۸۷	۵۷	۱۰۲۲	۵	۰/۰۸۸**	۵۷	۰/۰۱۵
پتاسیم خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵	۶۲۶۲۸*	۵۷	۲۱۲۶۷	۵	۱۷۱/۳**	۵۷	۱۴/۲
آهن خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵	۲/۴۳	۵۷	۱۴/۷	۵	۰/۳۵۵**	۵۷	۰/۰۶۴
روی خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۵	۴۸**	۵۷	۱۲	۵	۰/۰۰۱	۵۷	۰/۰۰۱
سن درخت (سال)	۵	۸۱/۶**	۵۷	۱۹/۲	۵	۰/۰۵۳**	۵۷	۰/۰۱۴
وزن میوه (گرم)	۵	۱۲۷۵	۵۷	۱۰۶۶	۵	۹۳۶	۵۷	۸۱۱
وزن گوشت میوه (گرم)	۵	۲۲۳	۵۷	۵۳۲	۵	۱۸/۶	۵۷	۹/۲

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح پنج و یک درصد بر اساس آزمون t-test را نشان می‌دهد.

جدول ۳. برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و قابلیت استفاده عناصر خاک در باغ‌های مناطق مورد مطالعه

منطقه	شن	سیلت	رس	سنگریزه	ماده آلی	CCE	شیب زمین	نیتروژن کل	پ‌هاش	EC	عناصر قابل استفاده خاک (میلی‌گرم بر کیلوگرم)			
	(درصد)									(دسی‌زیمنس بر متر)	فسفر	پتاسیم	آهن	روی
فسارود	۶۰^{ab}	۲۷^{bc}	۱۳^{ab}	۲۲^{b}	۶/۹^{a}	۳۸^{c}	۴^{bc}	۰/۳۱^{a}	۷/۶^{a}	۱/۱^{b}	۴۷^{a}	۳۸۴^{a}	۵/۳^{a}	۸/۴^{bc}
جنت‌شهر	۴۶^{b}	۴۱^{a}	۱۳^{ab}	۳^{c}	۶/۹^{a}	۶۳^{a}	۶^{b}	۰/۲۹^{a}	۷/۵^{a}	۱/۶^{a}	۵۳^{a}	۲۳۰^{b}	۴/۴^{ab}	۹/۲^{b}
تنگ‌کتویه	۵۸^{ab}	۳۰^{b}	۱۲^{ab}	۵۷^{a}	۵/۳^{b}	۵۶^{ab}	۱۲^{a}	۰/۱۸^{b}	۷/۵^{a}	۰/۵^{c}	۳۰^{ab}	۱۴۳^{c}	۴/۹^{a}	۵/۲^{c}
رودبال	۶۵^{a}	۲۴^{c}	۱۱^{ab}	۱۶^{b}	۳/۶^{c}	۴۹^{b}	۳^{bc}	۰/۲۱^{ab}	۷/۵^{a}	۰/۹^{b}	۳۶^{ab}	۲۳۰^{b}	۴/۱^{b}	۴/۸^{c}
فورگ	۴۹^{b}	۳۵^{ab}	۱۶^{a}	۱۷^{b}	۵/۱^{b}	۶۳^{a}	۲^{c}	۰/۲۴^{ab}	۷/۷^{a}	۰/۹^{b}	۴۷^{a}	۲۲۳^{b}	۴/۴^{ab}	۸/۴^{bc}
لایزنگان	۶۹^{a}	۲۵^{c}	۶^{b}	۵۶^{a}	۵/۵^{b}	۵۵^{ab}	۴^{bc}	۰/۲۵^{ab}	۷/۷^{a}	۰/۷^{bc}	۲۲^{b}	۲۳۷^{b}	۴/۹^{a}	۱۱/۳^{a}
کل (میانگین)	۵۶	۳۲	۱۲	۱۹	۵/۸	۵۳	۴/۵	۰/۲۶	۷/۵	۱/۱	۴۴	۲۶۲	۴/۶	۸/۱

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح پنج درصد با آزمون t-test است.

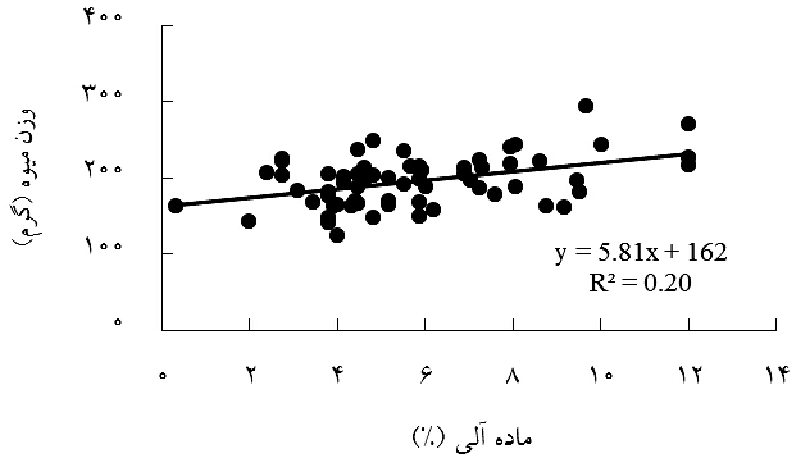
CCE: کربنات کلسیم معادل

جدول ۴. برخی ویژگی‌های کیفی میوه در باغ‌های مناطق مختلف مورد مطالعه

منطقه	تعداد نمونه	میانگین وزن (گرم)			درصد گوشت	ضخامت پوست (میلی متر)	قطر میوه (سانتی‌متر)	نسبت ضخامت پوست به قطر میوه	طول میوه (سانتی‌متر)	نسبت طول به قطر میوه	گرانوله شدن	طعم	TA (درصد)	TSS (درصد)	TSS/TA
		میوه	گوشت	پوست											
فسارود	۱۵	۱۹۶^{a}	۱۳۱^{a}	۶۴^{ab}	۶۷^{bc}	۵/۶۶^{ab}	۷/۳۲^{ab}	۰/۱۶^{ab}	۷/۶۱^{ab}	۱/۰۴^{b}	۳/۰۵^{b}	۶/۲۸^{a}	۰/۶۳^{ab}	۱۴/۹^{a}	۲۴/۸^{ab}
جنت‌شهر	۱۸	۲۱۰^{a}	۱۳۵^{a}	۷۵^{a}	۶۴^{c}	۶/۲۱^{a}	۷/۴۸^{ab}	۰/۱۷^{a}	۷/۸۹^{a}	۱/۰۶^{ab}	۴/۳۶^{ab}	۵/۶۶^{a}	۰/۶۹^{a}	۱۳/۱^{b}	۱۹/۱^{c}
تنگ‌کتویه	۳	۱۸۲^{a}	۱۳۴^{a}	۴۸^{c}	۷۳^{ab}	۴/۴۷^{b}	۷/۵۷^{a}	۰/۱۲^{b}	۷/۳۲^{ab}	۰/۹۸^{ab}	۴/۸۳^{ab}	۶/۴۷^{a}	۰/۷۵^{abc}	۱۴/۳^{ab}	۲۰/۵$^{a-d}$
رودبال	۱۲	۱۹۰^{a}	۱۳۷^{a}	۵۲^{bc}	۷۲^{a}	۴/۴۸^{b}	۷/۱۸^{ab}	۰/۱۲^{b}	۷/۶۸^{ab}	۱/۰۷^{ab}	۴/۶۸^{a}	۵/۹۵^{a}	۰/۵۰^{c}	۱۳/۷^{ab}	۲۷/۹^{a}
فورگ	۹	۱۸۸^{a}	۱۲۸^{a}	۶۰^{b}	۶۸^{b}	۵/۱۳^{b}	۷/۰۷^{b}	۰/۱۵^{ab}	۷/۵۲^{b}	۱/۰۶^{ab}	۴/۱۴^{ab}	۵/۹۰^{a}	۰/۶۳^{b}	۱۴/۱^{ab}	۲۲/۷^{b}
لایزنگان	۶	۱۸۲^{a}	۱۲۳^{a}	۶۰^{b}	۶۸^{b}	۵/۲۸^{ab}	۷/۱۵^{b}	۰/۱۵^{ab}	۷/۶۳^{ab}	۱/۰۷^{a}	۳/۶۷^{b}	۵/۵۷^{a}	۰/۷۷^{a}	۱۲/۸^{b}	۱۶/۶^{d}
کل	۶۳	۱۹۶	۱۳۲	۶۳	۶۷	۵/۴۲	۷/۲۹	۰/۱۵	۷/۶۷	۱/۰۵	۴/۰۳	۵/۹۲	۰/۶۴	۱۳/۸	۲۲/۵

در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با آزمون t-test (سطح پنج درصد) است.

TA: کل اسید قابل تیتراسیون، TSS: کل مواد جامد محلول و TSS/TA: نسبت کل مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون



شکل ۱. ارتباط بین وزن میوه پرتقال واشنگتن ناول با مقدار ماده آلی خاک در مناطق مختلف مورد مطالعه

جدول ۵. غلظت برخی عناصر غذایی برگ درختان مورد مطالعه

منطقه	تعداد نمونه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی
		(درصد)			(میلی‌گرم بر کیلوگرم)	
فساروود	۱۵	۲/۵^{b}	۰/۱۴^{b}	۰/۸۵^{b}	۶۹^{b}	۱۸^{a}
جنت‌شهر	۱۸	۲/۷^{a}	۰/۱۵^{ab}	۰/۸۸^{b}	۵۶^{b}	۱۸^{a}
تنگ‌کتویه	۳	۲/۰^{c}	۰/۱۷^{a}	۰/۷۴^{c}	۹۳^{a}	۱۷^{a}
رودبال	۱۲	۲/۵^{b}	۰/۱۳^{b}	۰/۸۰^{bc}	۷۳^{b}	۱۶^{a}
فورگ	۹	۲/۸^{a}	۰/۱۳^{b}	۰/۷۹^{bc}	۶۲^{b}	۱۶^{a}
لایزنگان	۶	۲/۶^{ab}	۰/۱۳^{b}	۱/۰۱^{a}	۶۵^{b}	۱۷^{a}
کل	۶۳	۲/۶	۰/۱۴	۰/۸۴	۶۶	۱۷

در هر ستون حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌ها با آزمون t-test (سطح پنج درصد) است.

نیتروژن خاک (*۰/۲۶)، فسفر خاک (**۰/۵۵)، پتاسیم خاک (**۰/۳۲) و پتاسیم برگ (**۰/۳۷) ارتباط معنی‌داری نشان داد (جدول ۵). وجود ماده آلی در خاک با توجه به مقادیر بالای نیتروژن موجود در آن نقش مهمی را در تأمین این عنصر برای گیاه ایفا می‌کند. در واقع نیتروژن آلی بر اثر تجزیه میکروبی تبدیل به شکل معدنی شده و توسط ریشه جذب می‌شود. با افزایش میزان نیتروژن در اندام‌های هوایی، درصد تشکیل میوه، تعداد گل، وزن و اندازه میوه افزایش می‌یابد (۶).

در مطالعه حاضر نیز مقدار نیتروژن و ماده آلی خاک دارای ارتباط معنی‌داری بودند (**۰/۶۶). چنگ و همکاران (۵) ارتباط مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد پرتقال ناول با مقدار ماده آلی، درصد سیلت و درصد شن خاک به‌دست آوردند. همچنین خان و همکاران (۱۵) با بررسی تأثیر محل باغ و خصوصیات خاک بر کیفیت میوه نارنگی کینو دریافتند که ارتباط مثبت و معنی‌داری بین مقدار ماده آلی خاک با وزن و قطر میوه وجود دارد. تأثیر مثبت پتاسیم بر اندازه میوه به‌دلیل تأثیر این عنصر بر فرایندهای مختلف فیزیولوژیکی مانند سنتز قند، نشاسته و پروتئین، تقسیم و رشد سلولی، تشکیل میوه و اندازه، طعم و رنگ آن است؛ این عنصر همچنین تأثیر شرایط نامطلوب محیطی مانند خشکی و سرما بر فعالیت‌های مرکبات را کاهش می‌دهد (۲۷). سیکورا و همکاران (۳۴) با بررسی تغییرات خاک و ویژگی‌های میوه در مناطق مختلف نتیجه گرفتند که

اندازه میوه پرتقال تحت تأثیر شکل شیب قرار گرفت به‌طوری که مقدار آن در شیب‌های مقعر کمتر از شیب‌های صاف بود. ذبیحی و همکاران (۳۸) در بررسی مناطق مناسب برای کاشت درختان مرکبات در شمال کشور بیان کردند که شیب زمین تأثیری بر کیفیت میوه ندارد و فقط نباید به‌اندازه‌ای باشد که در امر برداشت اختلال ایجاد کند. ارتباط بین شکل زمین و عملکرد توسط پژوهشگران زیادی (۱۰، ۲۰، ۳۱ و ۴۰) گزارش شده است. به‌طورکلی خاک‌های سنگین و رسی برای کاشت مرکبات مناسب نیستند و در خاک‌هایی که بیش از ۵۰ درصد رس داشته باشند رشد ریشه و درخت محدود شده و کاهش اندازه میوه و عملکرد را به‌دنبال خواهد داشت (۷). درختان مرکبات بهترین رشد و عملکرد را در خاک‌هایی دارند که پ‌هاش آنها بین ۵/۵ تا ۷ باشد و دلیل آن هم این است که در این شرایط بیشتر عناصر مهم خاک، در دسترس و قابل استفاده هستند (۷). در تأیید این موضوع داده‌های جدول ۳ نشانگر این است که بین اندازه میوه به‌عنوان شاخصی از عملکرد و پ‌هاش خاک رابطه منفی و معنی‌داری وجود دارد.

اگرچه وزن گوشت میوه از ۹۲ تا ۱۹۰ گرم تغییر کرد و بین مناطق تفاوتی از این نظر وجود نداشت اما درصد گوشت میوه بین باغ‌های مناطق مختلف بسیار متفاوت بود. بیشترین درصد گوشت میوه در منطقه رودبال (۷۲ درصد) و تنگ‌کتویه (۷۳ درصد) و کمترین آن مربوط به منطقه جنت‌شهر (۶۴ درصد) بود. به‌طورکلی درصد گوشت میوه، ارتباط مثبت و معنی‌داری با مقدار سنگریزه ($0/27^{*}$)، سن درخت ($0/33^{**}$)، درصد شن ($0/48^{**}$) و ارتباط منفی و معنی‌داری با طول میوه ($-0/25^{*}$)، درصد ماده آلی ($-0/30^{**}$)، درصد سیلت ($-0/40^{**}$)، درصد رس ($-0/34^{**}$)، مقدار پتاسیم خاک ($-0/26^{*}$)، مقدار روی خاک ($-0/26^{*}$) و مقدار نیتروژن برگ ($-0/35^{**}$) داشت (جدول ۶).

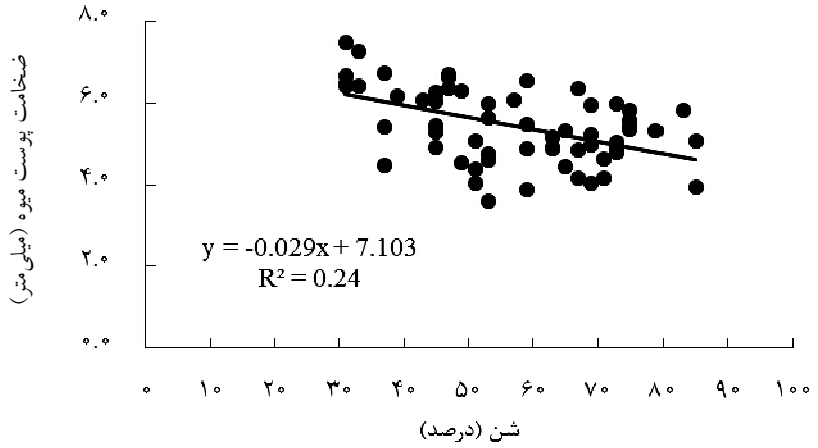
ضخامت پوست میوه در مناطق مختلف متفاوت بود و به‌طور میانگین از ۴/۴۷ و ۴/۴۸ میلی‌متر به‌ترتیب در تنگ‌کتویه و رودبال تا ۶/۲۱ میلی‌متر در جنت‌شهر تغییر کرد. ضخامت پوست میوه ارتباط مثبت و معنی‌داری با شیب زمین ($0/29^{*}$)، قابلیت هدایت الکتریکی ($0/31^{*}$)، وزن میوه ($0/46^{**}$)، قطر میوه ($0/50^{**}$)، طول میوه ($0/46^{**}$)، مقدار ماده آلی ($0/43^{**}$)، سیلت ($0/42^{**}$)، رس ($0/29^{*}$)، نیتروژن خاک ($0/27^{*}$)، فسفر خاک ($0/27^{*}$)، روی خاک ($0/30^{*}$)، نیتروژن برگ ($0/36^{**}$) و پتاسیم برگ ($0/31^{*}$) و ارتباط منفی و معنی‌داری با مقدار سنگریزه ($-0/31^{*}$)، سن درخت ($-0/31^{*}$) و مقدار شن ($-0/49^{**}$) (شکل ۲) نشان داد (جدول ۶). مونتانو و همکاران (۲۱) نیز ارتباط مثبتی بین مقدار پتاسیم و درصد پوست میوه پرتقال والنسیا گزارش کردند. مورگان و همکاران (۲۳) با مطالعه عوامل مؤثر بر ترک‌خوردگی میوه پرتقال گزارش کردند که شدت ترک‌خوردگی میوه بستگی به منطقه داشته و از بین عناصر معدنی نیز ارتباطی بین مقدار فسفر و کلسیم گیاه با مقدار ترک‌خوردگی وجود ندارد درحالی‌که کمبود پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر ضخامت پوست میوه و مقدار ترک‌خوردگی آن دارد. به هر حال تأثیرات مثبت پتاسیم بر اندازه میوه و ضخامت پوست آن اثبات شده است (۳۹). ذکری و همکاران (۳۹) بیان کردند که نیتروژن می‌تواند سبب کاهش اندازه و وزن میوه اما افزایش ضخامت پوست آن در زمان برداشت شود.

نسبت ضخامت پوست به قطر میوه از ۰/۱۱ تا ۰/۲۰ (میانگین ۰/۱۵) تغییر کرد، بیشترین مقدار آن در منطقه جنت‌شهر و کمترین آن در مناطق تنگ‌کتویه و رودبال مشاهده شد. نسبت ضخامت پوست به قطر میوه ارتباط مثبت با سیلت ($0/41^{**}$)، ماده آلی خاک ($0/34^{**}$)، نیتروژن خاک ($0/26^{*}$) و روی خاک ($0/34^{**}$) و ارتباط منفی با شن ($-0/47^{**}$)، سنگریزه ($-0/30^{*}$) و سن درخت ($-0/25^{*}$) داشت (جدول ۶). بررسی تأثیر شرایط خاک بر کیفیت میوه مرکبات توسط پژوهشگران مختلف نشان داد که افزایش درصد ماده آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی (۱۸) و قابلیت هدایت الکتریکی (۱۵) باعث افزایش معنی‌دار ضخامت پوست میوه می‌شود. نتایج برخی تحقیقات نیز نشان داده که افزایش غلظت نیتروژن برگ درختان مرکبات می‌تواند باعث افزایش ضخامت پوست

جدول ۶. ارتباط بین ویژگی‌های خاک، غلظت عناصر خاک و برگ با ویژگی‌های کیفی میوه پرتقال واشنگتن ناول در مناطق مورد مطالعه

ویژگی	شن	سیلت	رس	سنگریزه	ماده آلی	CCE	پ‌هاش	EC	شیب زمین	عناصر خاک					عناصر برگ				
										N	P	K	Fe	Zn	N	P	K	Fe	Zn
وزن میوه	−۰/۱	۰/۰۶	۰/۱۶	−۰/۲۱	۰/۴۷**	−۰/۲۴	−۰/۴۷**	۰/۳۱*	۰/۲۲	۰/۲۶*	۰/۵۵**	۰/۳۲**	۰/۱۷	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۳۷**	۰/۱۰	۰/۲۱
وزن گوشت	۰/۰۱	−۰/۰۲	۰/۰۶	−۰/۱۱	۰/۳۲*	−۰/۱۹	−۰/۴۵**	۰/۲۰	۰/۲۷*	−۰/۰۲	۰/۳۶**	۰/۲۱	۰/۰۲	−۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۱۹	۰/۲۷*	۰/۱۶	۰/۰۶
وزن پوست	−۰/۳۹**	۰/۳۲*	۰/۳۲*	−۰/۲۷*	۰/۵۰**	−۰/۱۴	−۰/۳۹**	۰/۴۴**	۰/۳۹**	۰/۱۹	۰/۳۵**	۰/۳۶**	−۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۳۰*	۰/۰۱	۰/۳۸**	−۰/۰۶	۰/۰۷
درصد گوشت	۰/۴۸**	−۰/۴۰**	−۰/۳۴**	۰/۲۷*	−۰/۳۰*	۰/۰۱	۰/۰۳	−۰/۳۱*	−۰/۱۶	−۰/۲۴	−۰/۱۱	−۰/۲۶*	۰/۰۵	−۰/۲۶*	−۰/۳۵**	۰/۱۵	−۰/۲۱	۰/۱۹	−۰/۰۶
ضخامت پوست	−۰/۴۹**	۰/۴۲**	۰/۲۹*	−۰/۳۱*	۰/۴۳**	−۰/۰۴	−۰/۱۵	۰/۳۱*	۰/۲۹*	۰/۲۷*	۰/۲۷*	۰/۲۴	−۰/۰۳	۰/۳۰*	۰/۳۶**	۰/۰۵	۰/۳۱*	−۰/۱۷	۰/۱۹
قطر میوه	−۰/۲۲	۰/۱۷	۰/۲۴	−۰/۰۹	۰/۴۰**	−۰/۳۰*	−۰/۴۳**	۰/۲۹*	۰/۵۵**	۰/۰۴	۰/۳۴**	۰/۲۸*	−۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۳۹**	۰/۱۰	۰/۱۰
نسبت ضخامت پوست به قطر میوه	−۰/۴۷**	۰/۴۱**	۰/۲۳	−۰/۳۰*	۰/۳۴**	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۲۴	۰/۱۵	۰/۲۶*	۰/۱۷	۰/۱۵	۰/۰۱	۰/۳۴**	۰/۳۷**	۰/۰۳	۰/۲۰	−۰/۲۳	۰/۲۱
طول میوه	−۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۲۱	−۰/۲۵*	۰/۲۲	−۰/۱۸	−۰/۳۷**	۰/۳۰*	۰/۲۵*	۰/۰۴	۰/۳۳**	۰/۲۳	−۰/۱۰	۰/۰۱	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۳۳**	−۰/۰۳	۰/۰۴
نسبت طول به قطر میوه	−۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۰۲	−۰/۲۲	−۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۲	−۰/۲۹*	−۰/۰۲	۰/۰۳	−۰/۰۴	−۰/۱۰	−۰/۰۴	۰/۲۵*	۰/۰۷	−۰/۰۲	−۰/۱۷	−۰/۰۷
گرانوله شدن	−۰/۰۳	۰/۱۷	−۰/۱۹	−۰/۳۵**	−۰/۲۶*	۰/۶۲**	−۰/۰۲	−۰/۱۱	−۰/۰۱	−۰/۲۴	−۰/۱۸	−۰/۴۶**	−۰/۱۰	−۰/۲۲	۰/۰۷	۰/۲۴	۰/۱۸	−۰/۱۰	۰/۰۸
طعم	۰/۲۷*	−۰/۱۷	−۰/۲۷*	۰/۲۳	۰/۰۶	−۰/۰۶	−۰/۰۲	−۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۹	−۰/۲۱	−۰/۰۵	۰/۰۶	−۰/۰۸	۰/۰۸	−۰/۲۳	۰/۰۷	۰/۰۶
TA	−۰/۱۱	۰/۲۲	−۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۳۱*	−۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۱۵	−۰/۰۶	۰/۰۱	−۰/۰۶	۰/۱۴	۰/۱۶	−۰/۰۶	۰/۲۴	۰/۰۶	۰/۱۳
TSS	۰/۲۸*	−۰/۲۱	−۰/۲۵*	۰/۱۳	۰/۲۰	−۰/۱۳	۰/۲۱	−۰/۲۳	−۰/۰۹	۰/۰۶	−۰/۰۴	−۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۰۴	−۰/۳۴**	۰/۰۵	۰/۱۸
TSS/TA	۰/۲۳	−۰/۳۱*	۰/۰۱	−۰/۰۶	−۰/۲۳	−۰/۳۷**	۰/۱۳	−۰/۲۴	−۰/۱۶	−۰/۱۵	۰/۰۴	−۰/۰۶	۰/۰۶	−۰/۱۵	−۰/۲۲	۰/۰۸	−۰/۳۶**	−۰/۰۱	−۰/۱۲
نیتروژن برگ	−۰/۵۳**	۰/۵۸**	۰/۳۰*	−۰/۳۸**	۰/۲۳	۰/۱۶	−۰/۱۰	۰/۲۶*	−۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۰۸	−۰/۰۹	۰/۰۷	۱	−۰/۲۱	۰/۱۲	−۰/۳۰	۰/۰۶
فسفر برگ	۰/۱۲	−۰/۰۵	−۰/۱۴	−۰/۱۲	−۰/۰۴	۰/۲۱	۰/۰۷	−۰/۱۰	۰/۲۹*	۰/۰۵	۰/۰۷	−۰/۲۸*	۰/۱۴	۰/۱۳	−۰/۲۱	۱	۰/۱۰	−۰/۱۴	۰/۰۷
پتاسیم برگ	۰/۰۸	−۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۱۹	−۰/۰۸	−۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱۷	۰/۰۹	۰/۳۰*	−۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۰	۱	−۰/۰۳	۰/۱۲
آهن برگ	۰/۱۳	−۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۲۷*	۰/۱۳	−۰/۱۸	−۰/۱۴	−۰/۱۸	−۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۱۹	−۰/۱۳	−۰/۳۰*	−۰/۱۴	−۰/۰۳	۱	−۰/۱۰
روی برگ	۰/۰۷	۰/۰۲	−۰/۲۳	−۰/۱۴	۰/۴۲**	−۰/۰۵	−۰/۱۵	۰/۱۷	−۰/۱۲	۰/۳۲**	۰/۱۷	۰/۰۳	۰/۲۸*	۰/۳۸**	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۲	−۰/۱۰	۱

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح پنج و یک درصد با آزمون t-test را نشان می‌دهد.



شکل ۲. ارتباط بین ضخامت پوست میوه پرتقال واشنگتن ناول با درصد شن خاک در مناطق مختلف مورد مطالعه

میوه شود (۳۹). ماده آلی خاک با ایجاد جایگاه‌های تبادلی در خاک و آزادسازی عناصر ضروری به‌ویژه نیتروژن و فسفر در اثر تجزیه باعث افزایش حاصلخیزی خاک می‌شود (۳۷). دامنه تغییرات قطر میوه از ۶/۳ تا ۸/۱ سانتی‌متر (میانگین ۷/۳ سانتی‌متر) و طول میوه از ۶/۳ تا ۸/۸ سانتی‌متر (میانگین ۷/۷ سانتی‌متر) تغییر کرد. به‌طورکلی، قطر و طول میوه در منطقه جنت‌شهر به‌طور معنی‌داری بیشتر از منطقه فورگ بود. نسبت طول به قطر میوه به‌عنوان یک فاکتور مهم ارزیابی کیفی به‌شمار می‌رود (۱۷). این نسبت در میوه‌های باغ‌های لایزنگان به‌طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های منطقه فسارود بود. به‌طور میانگین، نمونه‌های میوه در همه مناطق مورد مطالعه به‌جز منطقه تنگ‌کتویه دارای نسبت طول به قطر بالاتر از یک بودند. البته نسبت به‌دست آمده در این پژوهش (نسبت ۰/۹۴ تا ۱/۰۲۳) بیشتر از مقادیر به‌دست آمده توسط دادرس نیا و همکاران (۶) برای میوه‌های پرتقال تامسون ناول منطقه رامسر بود. نسبت طول به قطر میوه با شیب اراضی ارتباط منفی و معنی‌داری (*۰/۲۹-) نشان داد. قطر میوه ارتباط معنی‌داری با کربنات کلسیم معادل (*۰/۳۰-)، پ‌هاش (**۰/۴۳-)، قابلیت هدایت الکتریکی (*۰/۲۹)، فسفر خاک (**۰/۳۴)، پتاسیم خاک (*۰/۲۸) و پتاسیم برگ (**۰/۳۹) داشت (جدول ۶). سریویستاوا و سینگ (۳۶) ارتباط مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد درخت و درصد کربنات کلسیم خاک به‌دست آوردند و بیان کردند که با افزایش یک درصد در مقدار کربنات کلسیم خاک، عملکرد میوه سه تا چهار تن در هکتار افزایش می‌یابد. نتیجه تحقیق خان و همکاران نیز نشان داد که قطر میوه نارنگی کینو همبستگی مثبت و معنی‌داری با درصد ماده آلی خاک و قابلیت هدایت الکتریکی آن دارد (۱۵). ذکری و همکاران (۳۹) و کواگیو و همکاران (۳۰) بیان کردند که افزایش پتاسیم و فسفر در گیاه سبب افزایش اندازه و وزن میوه و همچنین ضخامت پوست میوه می‌شود.

بیشترین میزان گرانوله شدن میوه در منطقه رودبال و تنگ‌کتویه و کمترین آن در منطقه فسارود مشاهده شد. گرانوله شدن نوعی نابسامانی فیزیولوژیک در مرکبات است که درنتیجه رسوب پکتین، لیگنین و دیگر پلی‌ساکاریدها در دیواره داخلی آبدانک‌های میوه به‌وجود می‌آید و کاهش درصد آب، وزن، مواد جامد محلول و غلظت اسید آب میوه را به‌دنبال خواهد داشت. گرانوله شدن به عوامل مختلفی مانند فاکتورهای محیطی (نوسانات دما و رطوبت نسبی)، شرایط تغذیه (فسفر، پتاسیم و بور بالا) و بافت خاک بستگی دارد. به‌طور معمول درختان رشد یافته در خاک‌های ریزبافت دارای میوه‌های با گرانوله‌شدگی بالاتری نسبت به خاک‌های درشت بافت هستند (۸ و ۱۷). در مناطق مورد مطالعه با افزایش نسبت گوشت میوه، کاهش وزن پوست، ضخامت پوست، قطر میوه و نسبت ضخامت پوست به قطر میوه، مقدار گرانوله شدن افزایش یافت (جدول ۳). ویژگی‌های خاک نیز بر مقدار گرانوله شدن تأثیر معنی‌داری

داشتند به‌گونه‌ای که ارتباط بین مقدار گرانوله شدن میوه با کربنات کلسیم معادل (۰/۶۲**)، سنگریزه (۰/۳۵**-)، ماده آلی (۰/۲۶*-) و پتاسیم خاک (۰/۴۶**-) معنی‌دار بود (جدول ۶). در تأیید این موضوع، مونشی و همکاران (۲۴) نشان دادند که در خاک‌های رسی لومی با کربنات کلسیم بالا میزان گرانوله شدن میوه‌های پرتقال افزایش یافت.

از نظر طعم، تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های مناطق مورد مطالعه مشاهده نشد. به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای بازارپسندی، طعم میوه ارتباط مثبت و معنی‌داری با شن (۰/۲۳*) و درصد گوشت میوه (۰/۳۵**) و ارتباط منفی و معنی‌داری با طول میوه (۰/۳۲**-) و رس خاک (۰/۲۷*-) داشت (جدول ۶). طعم و دلچسبی میوه مرکبات حاصل سطوح نسبی مواد جامد محلول، اسید آب میوه و حضور یا عدم حضور ترکیبات مختلف آروماتیک و یا تلخ در آب میوه است. بر همین اساس بلوغ میوه در مرکبات بر اساس نسبت مواد جامد به اسید کل آب میوه تعیین می‌شود و این نسبت را شاخص بلوغ (Maturity Index) می‌نامند (۱۷). در پژوهش حاضر نسبت مواد جامد محلول به اسید کل آب میوه ارتباط منفی و معنی‌داری با ارتفاع محل (۰/۲۶*-)، سیلت (۰/۳۱**-)، کربنات کلسیم معادل (۰/۳۷**-)، ضخامت پوست میوه (۰/۳۷**-) و پتاسیم برگ (۰/۳۶**-) داشت (جدول ۶). ذکری و همکاران (۳۹) بیان کردند که پتاسیم سبب کاهش درصد مواد جامد محلول و افزایش اسید کل در مرکبات می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که رابطه درصد مواد جامد محلول آب میوه با شن خاک مثبت (۰/۲۸*) و با رس خاک (۰/۲۵*-) و پتاسیم برگ (۰/۳۴**-) منفی بود. از طرفی میزان کربنات کلسیم معادل تأثیر مثبتی (۰/۳۱**) بر میزان اسید کل آب میوه داشت (جدول ۶). در تأیید این یافته‌ها، سریواستاوا و سینگ (۳۵) با بررسی تأثیر خصوصیات خاک ۳۸ باغ بر خصوصیات بیوشیمیایی میوه درختان نارنگی ناگپور (Nagpur) دریافتند که میزان رس خاک تأثیر منفی بر میزان مواد جامد محلول آب میوه داشت درحالی که بر درصد اسید آب میوه اثر مثبت و معنی‌داری داشت و برعکس افزایش میزان کربنات کلسیم خاک سبب افزایش مواد جامد محلول آب میوه و کاهش معنی‌دار اسید آب میوه شد.

با افزایش سن درختان، وزن میوه (۰/۳۱**-)، وزن پوست میوه (۰/۴۵**-)، ضخامت پوست میوه (۰/۳۱**-)، قطر میوه (۰/۲۸*-)، نیتروژن برگ (۰/۲۹*-) و پتاسیم برگ (۰/۴۵**-) کاهش یافت، درحالی که نسبت گوشت به وزن کل میوه (۰/۳۳**) افزایش نشان داد (جدول ۶). روابط معنی‌دار سن درخت با برخی صفات کیفی میوه گویای این مطلب است که کیفیت میوه در درختان جوان و مسن متفاوت است (۱۲).

در تأیید این مطلب، خلید و همکاران (۱۴) نشان دادند که در درختان نارنگی کینو، سن درخت اثر معنی‌داری بر کیفیت میوه دارد به‌گونه‌ای که میوه درختان سه‌ساله از نظر صفات کیفی همچون ضخامت پوست، صاف بودن پوست و کیفیت آب میوه پایین‌تر از میوه درختان مسن بودند.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میزان ماده آلی خاک تأثیر مثبت و معنی‌داری بر وزن میوه و ضخامت پوست میوه داشت. ماده آلی خاک یکی از اجزای ضروری خاک‌های با کیفیت کشاورزی است و به دلایل متعددی می‌تواند سبب اصلاح و بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و درنتیجه افزایش حاصلخیزی خاک شود. وجود ماده آلی در خاک به‌ویژه به‌دلیل در دسترس قرار دادن نیتروژن می‌تواند سبب افزایش وزن میوه، عملکرد و همچنین ضخامت پوست میوه شود. نتایج نشان داد که افزایش پ‌هاش خاک بر وزن و قطر میوه اثر منفی دارد. پ‌هاش مناسب خاک برای مرکبات بین ۵/۵ تا ۷/۵ است و کاهش یا افزایش پ‌هاش خاک از این دامنه به سبب برهم زدن تعادل عناصر غذایی خاک و ممانعت از تحرک برخی عناصر به‌ویژه عناصر کم‌مصرف، تأثیر منفی بر کمیت و کیفیت میوه مرکبات خواهد داشت. افزایش میزان ذرات شن خاک به سبب تغییر بافت و شرایط فیزیکی و افزایش تهویه خاک می‌تواند باعث بهبود صفات کمّی و کیفی

میوه شود. در تأیید این موضوع نتایج این پژوهش نشان داد که افزایش درصد شن و سنگریزه در خاک باغ‌های مورد مطالعه باعث بهبود طعم، افزایش مواد جامد محلول و کاهش ضخامت پوست میوه پرتقال واشنگتن ناول شد. در همین راستا، افزایش درصد سیلت و رس در خاک‌های مورد مطالعه سبب کاهش طعم، درصد مواد جامد محلول و افزایش ضخامت پوست میوه شد. در سال‌های ابتدایی رشد درختان مرکبات، رشد رویشی آنها به‌دلیل کاربرد آب و مواد غذایی زیاد، بالا است و درنتیجه میوه‌های تولید شده توسط این درختان کیفیت پایینی دارند. در این تحقیق مشاهده شد که سن درخت اثر مثبت و معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول آب میوه، نسبت مواد جامد محلول به اسید و درصد گوشت میوه و اثر منفی و معنی‌داری بر ضخامت پوست میوه و وزن میوه داشت. بررسی ارتباط بین مقدار عناصر غذایی خاک و برگ با ویژگی‌های کیفی میوه پرتقال نشان داد که عناصر پرمصرف شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کیفیت میوه دارند به‌طوری که پتاسیم سبب افزایش وزن و اندازه میوه و همچنین ضخامت پوست میوه شده اما مقدار مواد جامد محلول و نسبت مواد جامد محلول به اسید کل را کاهش داده است. نیتروژن درصد گوشت میوه را کاهش و درصد پوست آن را افزایش داده است. فسفر خاک نیز تأثیر معنی‌داری بر اندازه و وزن میوه داشت. ارتباطی بین مقدار آهن و ویژگی‌های کیفی مشاهده نشد اما مقدار روی خاک تنها سبب افزایش ضخامت پوست میوه شد.

منابع مورد استفاده

1. Agricultural Statistics. 2015. Statistic Agriculture. Crop Production. Iran: Office of Statistics and Information Technology, Ministry of Agriculture. (In Farsi).
2. Alexandra, N. K. and G. B. Donald. 2000. Correlation of corn and soybean yield with topography and soil properties. *Agronomy Journal* 92(1): 75-83.
3. Chapman, H. D. and P. F. Pratt. 1962. Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. *Soil Science* 93: 1-68.
4. Chapman, H. D. 1965. Methods of soil analysis chemical and microbiological properties. *Agronom*y 9: 891-901.
5. Cheng, J., C. Ding, X. Li, T. Zhang, and X. Wang. 2016. Soil quality evaluation for navel orange production systems in central subtropical China. *Soil and Tillage Research* 155: 225-232.
6. Dadresnia, A., A. Forghani, B. Moradi and R. Fifaei. 2008. The effect of ammonium nitrate foliar spray on quantitative and qualitative parameters of thomson navel orange. *Agricultural Research* 8(1): 125-134. (In Farsi).
7. Davies, F. S. and L. G. Albrigo. 1999. Citrus. Acribia, SA.
8. Erickson, L. 1968. The general physiology of citrus. *In:* B. L. Dexter and H. J. Webber (Ed.), pp: 146-152. The Citrus Industry. University of California Press. Los Angeles.
9. Fidalski, J., C. A. Tormena and A. D. Silva. 2007. Qualidade física do solo em pomar de laranjeira no noroeste do Paraná com manejo da cobertura permanente na entrelinha. *Revista Brasileira Ciancia do Solo* 31: 423-433.
10. Fu, B., S. Liu, K. Ma and Y. Zhu. 2004. Relationships between soil characteristics, topography and plant diversity in a heterogeneous deciduous broad-leaved forest near Beijing, China. *Plant and Soil* 261(1-2): 47-54.
11. Gessler, P., O. Chadwick, F. Chamran, L. Althouse and K. Holmes. 2000. Modeling soil–landscape and ecosystem properties using terrain attributes. *Soil Science Society of America Journal* 64(6): 2046-2056.
12. Hearn, C. 1994. The influence of cultivar and high nitrogen and potassium fertilization on fruit quality traits of young orange trees. *Prececding of Florida State Horticultural Society Meeting USA* 106:8-12.
13. Helmke P. A. and D. L. Sparks 1996. Methods of Soil Analysis, Part 3: Chemical Methods. American. Society of Agronomy, Madison.
14. Khalid, S., A. U. Malik, B. A. Saleem, A. S. Khan, M. S. Khalid and M. Amin. 2012. Tree age and canopy position affect rind quality, fruit quality and rind nutrient content of 'Kinnow'mandarin (*Citrus nobilis* Lour × *Citrus deliciosa* Tenora). *Scientia Horticulture* 135:137-144.
15. Khan, A. S., M. Naseer, A. U. Malik, S. M. Basra, M. S. Khalid, S. Khalid, M. Amin, B. A. Saleem, I. A. Rajwana, and M. U. Din. 2011. Location, soil and tree nutrient status influence the quality of 'Kinnow'mandarin. *International Journal of Agriculture and Biology* 13:498-504.
16. Kravchenko, A. N. and D. G. Bullock. 2000. Correlation of corn and soybean grain yield with topography and soil properties. *Agronomy Journal* 92(1): 75-83.
17. Ladanyia, M. and M. Ladaniya. 2010. Citrus Fruit: Biology, Technology and Evaluation: Academic Press.

18. Li, Y., M. Q. Han, F. Lin, Y. Ten, J. Lin, D. H. Zhu, P. Guo, Y. Weng and L. S. Chen. 2015. Soil chemical properties,'Guanximiyou' pummelo leaf mineral nutrient status and fruit quality in the southern region of Fujian province, China. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 15(3): 615-628.
19. Lindsay W. L., W. A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42: 421-428.
20. Martín, N. F., G. Bollero and D. G. Bullock. 2005. Associations between field characteristics and soybean plant performance using canonical correlation analysis. *Plant and Soil* 273 (1-2):39-55.
21. Montaño, M., J. Aular-Rodriguéz, J. Aular, and M. Rengel. 2008. Relationship between Soil and Leaf Potassium Content and 'Valencia' Orange Fruit Quality. *In:* Preceding of VI International Symposium on Mineral Nutrition of Fruit Crops. pp: 401-404.
22. Moradi, B. and H. Ebadi. 2011. Investigation of quantitative and qualitative characteristics of Thomson Navel orange on *Citrumelo* rootstock as affected by potassium and supplementary irrigation. *Journal of Plant Production* 18(3):47-62. (In Farsi).
23. Morgan, K. T., R. E. Rouse, F. M. Roka, S. H. Futch and M. Zekri. 2005. Leaf and fruit mineral content and peel thickness of 'Hamlin' orange. *Preceding of Florida State Horticultural Society Meeting USA* 118: 19-21.
24. Munshi, S., M. Mann, M. Bajwa, V. Vu and S. Thatai. 1979. Physico-chemical characteristics of the fruits of healthy and declining sweet orange trees and their relation to various leaf and soil analysis values. *Indian Journal of Horticulture* 36(4):406-412.
25. Najafi-Ghiri, M., A. Abtahi, H. Owliaie, S. S. Hashemi and H. Koohkan. 2011. Factors affecting potassium pools distribution in calcareous soils of southern Iran. *Arid Land Research and Management* 25(4): 313-327.
26. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Part 3- Chemical Methods. 961-1010.
27. Obreza, T. A. 2003. Importance of potassium in a Florida citrus nutrition program. *Better Crops* 87(1): 19-22.
28. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of Available Phosphorous in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate. Government Printing Office. Washinton.
29. Paiva, A., L. Souza, A. Ribeiro and L. Costa. 1998. Disponibilidade de Água em uma toposseqüência de solos de tabuleiro do estado dabahia e sua relação comindicadores do crescimento da Laranjeira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 22(3): 367-377.
30. Quaggio, J. A., D. Mattos, H. Cantarella, E. L. E. Almeida and S. A. B. Cardoso. 2002. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. *Scientia Horticulturae* 96: 151-162.
31. Rees, H., T. Chow and E. Gregorich. 2007. Spatial and temporal trends in soil properties and crop yield at a site under intensive up-and down-slope potato production in northwestern New Brunswick. *Canadian Journal of Soil Science* 87(4): 383-398.
32. Richards, L. 1954. Diagnosis and Improving of Saline and Alkaline Soils. Government Printing Office. Washinton.
33. Rowell, D. L. 1994. Soil Science: Methods & Applications: John Wiley & Sons Inc. New York.
34. Siqueira, D., J. Marques and G. Pereira. 2010. The use of landforms to predict the variability of soil and orange attributes. *Geoderma* 155(1): 55-66.
35. Srivastava, A., and S. Singh. 2001. Soil properties influencing yield and quality of Nagpur mandarin (*Citrus reticulata Blanco*). *Journal Indian Society of Soil Science* 49(1): 226-228.
36. Srivastava, A. and S. Singh. 2003. Diagnostics of Citrus Nutrition. International Book Distribution Company, Lucknow.
37. Tarrasón, D., O. Ortiz and J. M. Alcaniz. 2007. A multi-criteria evaluation of organic amendments used to transform an unproductive shrubland into a Mediterranean dehesa. *Journal of Environmental Management* 82(4): 446-456.
38. Zabihi, H., A. Ahmad, I. Vogeler, M. N. Said, M. Golmohammadi, B. Golein and M. Nilashi. 2015. Land suitability procedure for sustainable citrus planning using the application of the analytical network process approach and GIS. *Computers and Electronics in Agriculture* 117: 114-126.
39. Zekri, M., T. A. Obreza and R. Koo. 2009. Irrigation, Nutrition and Citrus Fruit Quality. Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). University of Florida, Florida.
40. Zhang, H. and G. L. Zhang. 2005. Landscape-scale soil quality change under different farming systems of a tropical farm in Hainan, China. *Soil Use and Management* 21(1): 58-64.
41. Zhang, Y., C. X. Hu, Q. L. Tan, C. S. Zheng, H. P. Gui, W. N. Zeng, X. C. Sun and X. H. Zhao. 2014. Plant nutrition status, yield and quality of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) under soil application of Fe-EDDHA and combination with zinc and manganese in calcareous soil. *Scientia Horticulturae* 174: 46-53.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 9, No. 2, Summer 2019, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Investigating the Relationship of Soil Properties and Leaf Element Concentration with Qualitative Characteristics of the Washington Navel Orange Fruit in Darab Region, Fars province

A. Mirsoleimani[1*], H. Amin[1] and M. Najafi Ghiri[2]

(Received: July 14-2016; Accepted: November 19-2018)

Abstract

Many factors including climate, type of rootstock, soil properties, geological factors, plant nutrition and irrigation affect the quantity and quality of orange fruit. In this study, the relations between citrus orchards conditions, their soil properties and leaf elements concentration and fruit quality were evaluated. The experiment was conducted as a randomized complete block design and soil, fruit and leaf samples were collected from six different regions of Darab, Fars, Iran. After fruit sampling, land properties such as physiographic features, slope, gravel, altitude and soil physical and chemical properties such as percent of sand, silt, clay, organic matter, calcium carbonate, pH and electrical conductivity and also N, P, K, Fe and Zn availability were determined. Several morphological and qualitative characteristics of fruit including, rind and flesh weight, rind thickness, length, diameter, fruit granulation, flavor, sugar and fruit juice acidity were determined. The contents of N, P, K, Fe and Zn in the collected leaves were determined. Three random samples were taken for each orchard and each replicate consisted of one tree. Results showed that fruit weight was correlated with the land slope, soil pH, electrical conductivity, soil organic matter content, soil N, P and K and leaf K content. Rind thickness showed a significant positive correlation with parameters such as land slope, electrical conductivity, organic matter, silt, clay and soil N, P and Zn and leaf N and K content. However, there was a significant negative correlation between rind thickness and soil gravel and sand contents. The relations between fruit granulation and soils calcium carbonate, gravel, organic matter content and soil K concentration were significant. TSS to TA ratio in fruit juices had significant negative correlation with land altitude, soils silt, calcium carbonate contents and leaf K content. Generally, many soil properties had significant effects on fruit quality but it seems that soil texture, organic matter, pH, P and K were more effective on fruit quality.

Keywords: Soil organic matter, Soil texture, Fruit quality, Granulation, Phosphorus, Potassium

1, 2. Assistant Professors and Associate Professor, Respectively, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources of Darab, Shiraz University, Shiraz, Iran.
*: Corresponding Author, Email: soleiman@shirazu.ac.ir