نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال چهاردهم / شماره دوم / تابستان ۱۴۰۳/مقاله علمی-پژوهشی: صفحات ۳۱ تا ۵۰

تغییر محتوای عناصر غذایی، نشاسته و پروتئین در سال‌های "آور" و "ناآور" در سه رقم زیتون محلی استان کرمانشاه

ابوالمحسن حاجی‌امیری[۱]، عبدالرحمان محمدخانی[۲*] و رحمت اله غلامی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۰۷)

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی روند تغییرات عناصر و مواد غذایی در سال‌های "آور" و "ناآور" زیتون طی سال‌های ۱۳۹۸و ۱۳۹۹ در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو، در استان کرمانشاه انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه رقم زیتون محلی شامل دیره، زاگرس و مشکات انجام شد. اندازه‌گیری عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر، روی، بور و مواد غذایی نشاسته و پروتئین از برگ، میوه جوان، برگ مسن و ریشه از زمان شروع سخت شدن درون‌بر، در اوایل خرداد تا زمان برداشت میوه در اواسط آبان، با فاصله زمانی هر۴۰ روز یک‌بار انجام شد.بررسی نتایج نشان داد اختلاف بین تغییر محتوای عناصر غذایی در برگ و میوه جوان، نشاسته و پروتئین در برگ مسن و ریشه در سال‌های "آور" و "ناآور" معنی‌دار بود. به‌طوری‌که تغییرغلظت عناصر با الگوی منحنی رشد میوه (دابل سیگموئید) مطابقت داشت. میزان نیتروژن، پتاسیم، بور و روی در برگ جوان از اوایل خرداد تا اواسط تیرماه (زمان سخت شدن درون بر) کاهش و سپس جزئی افزایش یافت. میزان نشاسته در برگ مسن و ریشه در سال "آور" تا خرداد افزایش و سپس کاهش یافت. میزان نشاسته ریشه در سال "ناآور" از خرداد تا آبان با شیب کندی کاهش یافت. میزان پروتئین در برگ مسن و ریشه از یک منحنی دابل سیگموئید پیروی می‌کرد. به‌طوری‌که تا اواسط تیرماه با یک شیب تندی کاهش یافت. با توجه به تغییر غلظت عناصر در برگ و میوه مطابق با الگوی رشد میوه، مخصوصاً در سال آور، کاربرد خاکی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دی‌ماه (قبل از گل‌دهی)، محلول‌پاشی برگی نیتروژن، پتاسیم، روی و بور در خردادماه (بعد از تشکیل میوه) و تغذیه نیتروژن و پتاسیم در مردادماه (پس از سخت شدن درون بر) قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: الگوی رشد، تغذیه گیاهی، سال‌آوری، میوه

۱ و ۲. به‌ترتیب دانش آموخته مقطع دکتری و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

۳. دانشیار، گروه زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Mohammadkhani@sku.ac.ir- Mkhani7@yahoo.com

مقدمه

زیتون (*Olea europaea* L.) معروف‌ترین گونه از خانواده زیتون سانان (Oleaceae) بوده که دارای میوه خوراکی است. در جنس زیتون حدود ۹۹ گونه وجود دارد که به‌صورت درخت یا درختچه وحشی و اهلی در مناطق وسیعی از دو نیمکره زمین، تحت شرایط مدیترانه‌ای گسترش یافته‌اند (۲۴). میوه و روغن زیتون ارزش غذایی و خواص دارویی زیادی داشته و لذا توسعه آن مورد توجه بسیاری از کشورها قرارگرفته است (۴۳). بر اساس آمار سازمان خوارو بار جهانی (FAO) تولید زیتون در دنیا حدود ۲۳۰۵۴۳۱۱ تن و تولید ایران حدود ۱۱۵۰۰۶ تن میوه گزارش شده است (۱۱). سطح زیر کشت و میزان زیتون تولید شده در سال ۱۴۰۰ در استان کرمانشاه به‌ترتیب ۵۱۹ هکتار و ۱۳۷۸تن میوه و متوسط عملکرد ۲۸۶۸ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (۲). درخت زیتون تمایل زیادی به سال‌آوری دارد (۷). سال‌آوری و یا دو سال آوری (تناوب باردهی) در میوه‌کاری به پدیده‌ای گفته می‌شود که درخت در یک سال میوه زیادی تولید نموده (آور) و سال بعد آن (ناآور) از مقدار میوه به‌شدت کاسته می‌شود. سال آوری باعث افزایش هزینه‌های نیروی کارگری، مشکلات اقتصادی و بازاریابی می‌شود (۲۴). پدیده سال‌آوری از دوران باستان شناخته‌شده و کماکان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های تولید در برخی میوه‌ها از جمله زیتون است (۱۴). فرآیندهای متابولیکی، القاء و پیام‌رسان‌های درگیر در سال‌آوری در گونه‌های مختلف درختان میوه متفاوت بوده و به‌طور کامل شناخته نشده‌اند (۲۶). سه مکانیسم اصلی درگیر در تناوب باردهی شامل کنترل هورمونی، تغذیه‌ای (کنترل تعادل کربن و مواد معدنی) و محدودیت مکان تولید گل مطرح‌شده است (۱۶). اگرچه شیوه‌های مختلف مدیریتی در باغ برای کاهش سال‌آوری در بسیاری از درختان میوه ارائه شده است. اما تأثیر آن‌ها در بیشتر موارد جزئی است (۲۶). علل سال‌آوری زیتون را به رقابت اندام‌های رویشی و زایشی برای دریافت مواد غذایی، تولید محصول زیاد در یک سال و همچنین میزان و نسبت تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی (جیبرالین‌ها، آبسیزیک اسید، ایندول استیک اسید و سیتوکنین) نسبت داده‌اند (۲۰). از جمله روش‌های تعدیل سال‌آوری می‌توان به هرس مناسب، تنک دستی یا شیمیایی گل و میوه در سال "آور" و تغذیه نیتروژن قبل از گل‌انگیزی اشاره نمود. گزارش‌های مختلفی در ارتباط با تنک میوه با استفاده از نفتالین استیک اسید (NAA) به‌منظور بهبود کیفیت میوه و همچنین کاهش سال‌آوری در درختان میوه از جمله زیتون وجود دارد (۹، ۲۴ و ۲۵).

در اثر کمبود مواد غذایی سال‌آوری تشدید می‌شود. برای گل‌دهی، تشکیل میوه و عملکرد مطلوب، مقدار نیتروژن کافی مورد نیاز است. در سال "ناآور" نیتروژن در برگ‌ها و ساقه ذخیره می‌شود. به نظر می‌رسد در طول سال "آور" از بافت‌ها نیتروژن حرکت کرده تا از رشد جدید پشتیبانی کند (۱۵ و ۳۱). غلظت پتاسیم در برگ‌های فصل جاری در سال‌های "آور" و "ناآور" نسبت به برگ‌های یک‌ساله قدیمی به‌طور قابل‌توجهی بیشتر است. غلظت پتاسیم برگ‌های فصل جاری به‌تدریج از ابتدای فصل تا مردادماه کاهش و در طول پاییز به تقریب ثابت باقی می‌ماند. در بیشتر گیاهان با پیشرفت فصل رشد غلظت پتاسیم برگ کاهش می‌یابد (۲۲). در پژوهشی نقش نیتروژن متحرک در شاخه‌های بالغ زیتون رقم پیکوال با محلول‌پاشی با کود نیتروژن در مقایسه با شاهد در طی سال‌های" آور" و "نا آور" در باغات دیم زیتون بررسی شده است. غلظت نیتروژن در برگ‌های جوان و ساقه‌ها در بهار و تابستان کاهش و در پاییز در هر دو سال" آور" و "نا آور" افزایش نشان داد. غلظت نیتروژن در برگ‌های مسن و ساقه‌ها تقریباً در طی سال "ناآور" ثابت بوده است. در سال" آور"روی شاخه بارده، میوه‌های توسعه‌یافته، مخزن اصلی (sink) هستند و ممکن است نیتروژن از دیگر اندام‌ها به‌منظور حمایت از رشد میوه حرکت کند (۱۲). محلول‌پاشی در سال های "آور" با اوره (۰/۵ درصد نیتروژن) در آبان ماه در کاهش سال‌آوری نارنگی سیاهو در هرمزگان مؤثر بوده است (۱۸). گزارش‌شده که با کمبود فسفر ضمن کاهش رشد رویشی و تولید گل و میوه، سال‌آوری در زیتون تشدید می‌شود (۱۶). طاهری و

همکاران (۳۸ و ۴۰) بیان داشتند زیتون نسبت به کمبود نیتروژن، روی، بور و پتاسیم حساس بوده و لذا مصرف بهینه آن‌ها همراه با سایر کودها اهمیت زیادی دارد. به‌نظر می‌رسد میوه‌های در حال رشد به‌عنوان یک مخزن قوی برای دریافت متابولیت‌ها با رشد رویشی رقابت می‌کنند (۴۰). نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داده نیتروژن موجب افزایش درصد روغن و اندازه میوه شده و سال‌آوری را کاهش می‌دهد (۱۸، ۳۱ و ۳۸). الگوی تغییرات مقدار نیتروژن در سال‌های "آور" و "ناآور" نشان می‌دهد که مقدار نیتروژن در درختان زیتون به‌ویژه در گل‌ها در سال "ناآور" نسبت به سال "آور" به‌علت رقابت کم بر سر مواد غذایی و یا به‌دلیل کم بودن تعداد گل‌ها، بیشتر است. این موضوع در زیتون موجب افزایش طول عمر گل‌ها و افزایش وزن خشک گل‌ها در سال "ناآور" نسبت به سال "آور" می‌شود. از طرفی در این شرایط تعداد گل‌آذین‌های ماده افزایش‌یافته و گل‌های موجود نیز به‌طور غالب قوی و سالم بوده و اگرچه تراکم گل روی درخت کم است اما درصد تشکیل میوه نسبت به سال"آور" افزایش می‌یابد (۱۳). گزارش شده که کمبود نیتروژن و پتاسیم، شوری خاک و نسبت بالای سیلت در خاک از مهم‌ترین علل کاهش رشد زایشی و تولید میوه در زیتون بودند (۲۹). انجام هرس سبک در سال‌های "آور" و "ناآور" در متعادل کردن سال آوری در زیتون موثر بوده است (۳۵). کاربرد نیتروژن قبل از گل‌دهی و در حین تشکیل میوه مفید بوده و باعث تقویت درخت در جذب سایر مواد عذایی می‌شود. توصیه شده کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دی‌ماه قبل از گل‌دهی، نیتروژن و پتاسیم در خردادماه (بعد از تشکیل میوه) و در مردادماه (پس از مرحله سخت شدن هسته) استفاده شود (۱۶ و ۴۵). آگاهی از روند تغییرات عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد و نمو میوه زیتون در سال‌های "آور" و "ناآور" امکان کاربرد به موقع و صحیح کودها را فراهم می‌نماید. این پژوهش با هدف بررسی روند تغییر محتوای عناصر و مواد غذایی در سال‌های "آور" و "ناآور" در سه رقم زیتون بومی استان کرمانشاه در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو در استان کرمانشاه با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی با ارتفاع ۵۶۰ متر از سطح دریا در ۵ کیلومتری غرب شهرستان سرپل ذهاب انجام شد. آزمایش در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه رقم و سه اصله درخت در هر تکرار انجام شده است. مواد آزمایشی این تحقیق درختان ۱۱ ساله سه رقم زیتون بومی شامل دیره (کنسروی)، زاگرس (دومنظوره) و مشکات (دومنظوره) بودند که در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو (سرپل ذهاب) کشت شدند. مراقبت و نگهداری شامل هرس، آبیاری قطره‌ای ، کوددهی و مبارزه با آفات و بیماری‌ها برای کلیه درختان مورد آزمایش به‌طور یکسان انجام شد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ مورد آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است.

به‌منظور بررسی تغییرات مرفولوژیکی و ذخیره مواد غذایی در برگ، میوه و ریشه، مقدار نشاسته، پروتئین، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، بور و روی از زمان شروع سخت شدن درون‌بر میوه (اوایل خردادماه) تا زمان برداشت (اواسط آبان ماه) با فاصله زمانی۴۰ روز یک‌بارانجام شد. نمونه‌برداری از هر یک از اندام‌ها شامل برگ بالغ جوان، برگ مسن، میوه و ریشه به‌طور جداگانه از درختان "آور" و"ناآور" انجام شد. بدین‌صورت نمونه برگی شامل۲۰ پهنک از بخش میانی شاخه‌های رویشی حاصل از جست‌های بهاره سال قبل و جدید و هر نمونه میوه نیز شامل میوه‌های در حال رشد همان سال و هر نمونه ریشه شامل ریشه‌های تغذیه‌کننده مربوط به عمق ۳۰ سانتی‌متری سایه‌انداز تاج درخت بود. برای تجزیه عناصر پرمصرف (نیتروژن، پتاس و فسفر) از روش هضم تر و برای عناصر کم‌مصرف (بور و روی) از روش هضم خشک استفاده شد (۱۰). غلظت پتاسیم توسط فلیم‌فتومتر (مدل PFP7 ساخت

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ مورد آزمایش در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو

عمق خاک	EC خاک	کربنات کلسیم	کربن آلی	نیتروژن کل	اسیدیته خاک	فسفر قابل‌جذب	پتاسیم قابل‌جذب	سیلت	شن	رس
(cm)	($dS\ m^{-1}$)	(٪)				($mg\ L^{-1}$)			(٪)	
۰-۳۰	۰/۸۴	۳۵	۱/۶۶	۰/۱۷	۷/۱۲	۶/۴	۵۸۰	۴۸/۴	۲۳	۲۸/۶
۳۰-۶۰	۰/۳۶	۴۹	۰/۵۳	۰/۰۵	۷/۳۵	۳/۶	۳۲۰	۳۱/۴	۳۶	۳۲/۶

جدول ۲. تجزیه واریانس مرکب روند تجمع و مصرف عناصر غذایی نیتروژن و روی در برگ و میوه جوان ارقام زیتون

	میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	نیتروژن در برگ جوان	نیتروژن در میوه	روی در برگ جوان	روی در میوه
رقم	۲	۰/۶۳**	۰/۱۲^{ns}	۴۵/۸^{ns}	۱۹۸*
زمان نمونه‌گیری	۳	۰/۳۴*	۲/۳۹**	۳۱۹*	۱۰۳۲**
رقم × زمان نمونه‌گیری	۶	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۴۶۰*	۲۷۵**
خطای آزمایش	۲۴	۰/۱۱	۰/۱	۵۴/۳	۴۳/۶
ضریب تغییرات(درصد)	-	۱۷/۳۸	۲۵/۰۴	۲۳/۲	۲۹

ns ، * و ** به‌ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد (۵> P٪) و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد (۱> P٪)

JENWAY انگلستان) اندازه‌گیری شد (۴). فسفر با روش رنگ‌سنجی به کمک اسپکتروفتومتر(۲۸)، نیتروژن و پروتئین با روش کجلدال (۲۱)، عناصر کم‌مصرف بور و روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی (پرکینگ المر مدل ۳۱/۴۰) (۱۰) و نشاسته در ماده خشک به روش مورلی اندازه‌گیری شدند (۲۷). تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه۹/۱، کارولینای شمالی) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح احتمال پنج درصد انجام شد. همبستگی صفات با نرم افزار Mini Tab نسخه ۱۶ انجام و ترسیم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Excel نسخه .xlsx انجام شدند.

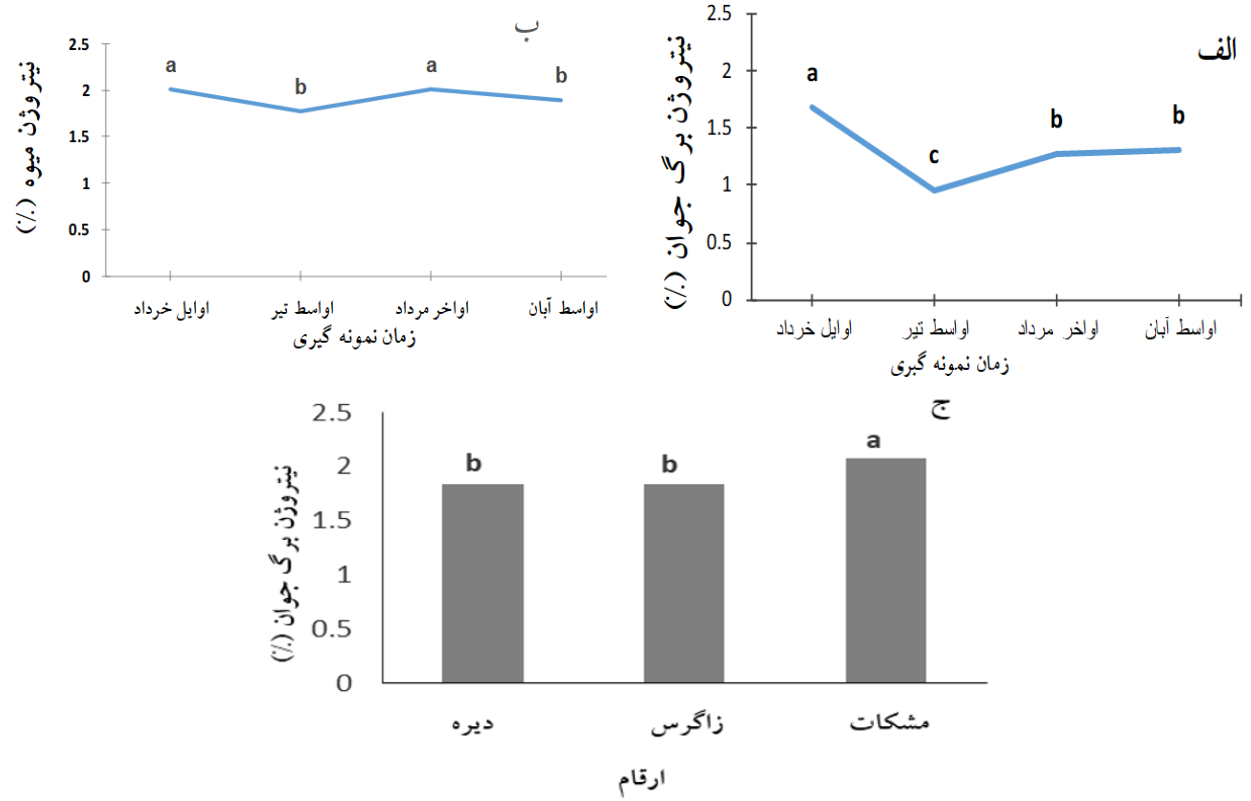
نتایج

میزان نیتروژن در برگ جوان و میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مستقل رقم و زمان نمونه‌گیری بر میزان نیتروژن برگ جوان و اثر زمان نمونه‌گیری بر میزان نیتروژن میوه به‌ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین زمان نمونه‌گیری در برگ جوان نشان داد که در اوایل خرداد ماه با ۲/۰۱ درصد بیشتر از اواسط تیرماه با ۱/۷ درصد کمترین میزان نیتروژن در برگ را دارا بوده است (شکل ۱- الف). همچنین مقایسه میانگین زمان نمونه‌گیری در میزان نیتروژن میوه نشان داد که در اوایل خرداد با ۱/۶۸ درصد میزان نیتروژن بیشتر از اواسط تیرماه با ۰/۹۶ درصد بوده است (شکل ۱- ب). رقم مشکات با ۲/۰۷ درصد بیشترین و ارقام دیره و زاگرس به‌ترتیب با ۱/۸۴ و۱/۸۴ درصد کمترین میزان نیتروژن در برگ جوان را داشتند (شکل ۱- ج).

میزان روی در برگ جوان و میوه

بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مستقل زمان نمونه‌گیری و اثر متقابل رقم در زمان نمونه‌گیری در میزان روی در برگ جوان و میوه همچنین اثر مستقل رقم در میزان روی در میوه درسطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین زمان نمونه برداری در میزان روی در برگ جوان نشان داد که میزان روی در اوایل خرداد ماه با ۳۱/۱ میلی‌گرم در



شکل ۱. الف) مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌گیری بر درصد نیتروژن در برگ جوان، ب) مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌گیری بر درصد نیتروژن میوه و ج) مقایسه میانگین اثر رقم بر درصد نیتروژن در برگ جوان.

در هر شکل میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

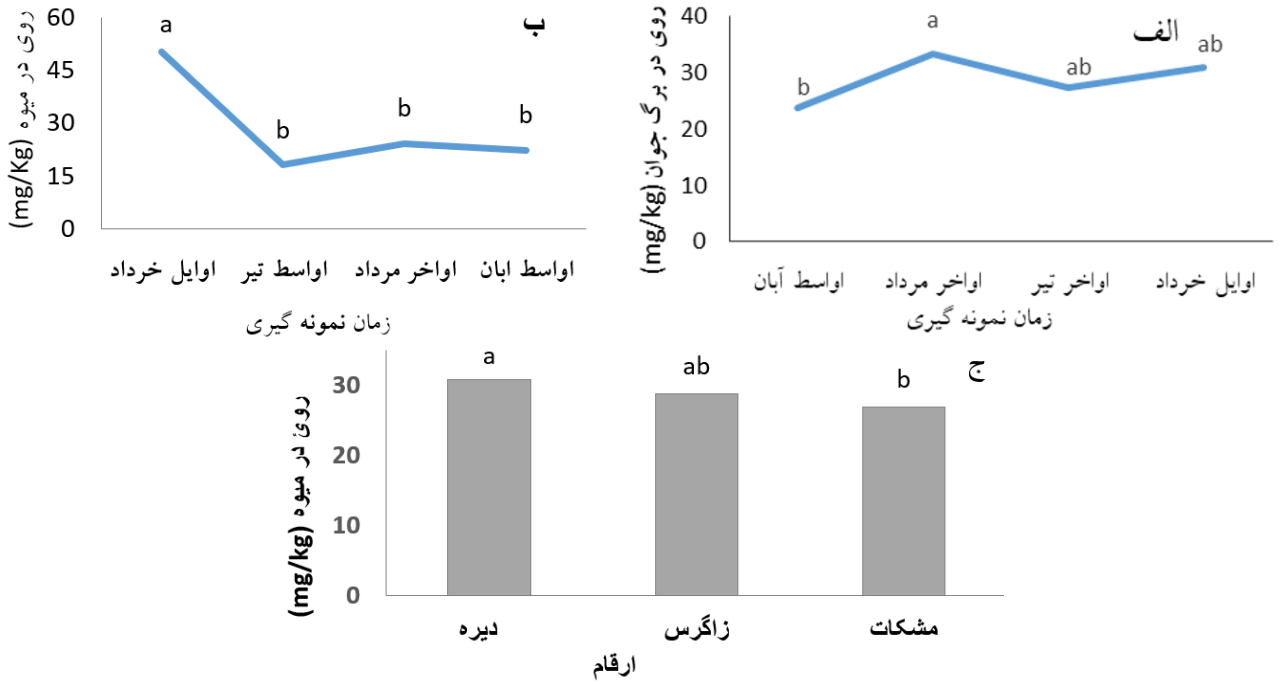
کیلوگرم بیشتر از اواسط آبان ماه با ۲۳/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است (شکل ۲– الف). مقایسه میانگین زمان نمونه‌برداری در میزان روی میوه نشان داد که در اوایل خرداد با ۵۰/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشتر از اواسط تیرماه با ۱۸/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بود (شکل۲– ب) نتایج مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم دیره با ۳۰/۴۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین و رقم مشکات به‌ترتیب با ۲۶/۹۲ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میزان روی در میوه را داشتند (شکل ۲– ج).

میزان فسفر در برگ جوان و میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان نمونه‌گیری و اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری در میزان فسفر برگ جوان و میوه معنی‌دار شد (جدول ۳). اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری در میزان فسفر برگ جوان نشان داد که در اوایل خردادماه سال "آور" (۱۳۹۸) با میانگین ۰/۲۵ درصد بیشترین و در اواسط آبان ماه در سال‌های "آور" (۱۳۹۸) و "ناآور" (۱۳۹۹) به‌ترتیب با میانگین ۰/۰۸ و ۰/۰۹ درصد، کمترین میزان فسفر را داشتند (شکل ۳ – الف). اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری در میوه نشان داد که بیشترین میزان فسفر بافت میوه در اوایل خردادماه سال "ناآور" (۱۳۹۹) با میانگین ۰/۳ درصد و کمترین مقدار در اواسط آبان‌ماه سال "آور" (۱۳۹۸) با میانگین ۰/۰۷ درصد بوده است (شکل ۳– ب). نتایج مقایسه میانگین زمان نمونه‌برداری بر میزان فسفر برگ جوان نشان داد که در نمونه‌های اوایل خردادماه بیشترین و در اواسط آبان ماه کمترین میزان این عنصر را دارا بودند.

میزان پتاسیم در برگ جوان و میوه

اثر مستقل سال، زمان نمونه‌گیری و اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری در میزان پتاسیم برگ جوان و میوه و اثرمستقل رقم



شکل ۲. الف) مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌گیری بر میزان عنصر روی در برگ جوان، ب) مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌گیری بر میزان روی در میوه، ج) مقایسه میانگین اثر رقم یر میزان روی در میوه.

در هر شکل میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

در میوه در سطح احتمال یک و پنج درصد معنی‌دار شده است (جدول ۳). مقایسه میانگین میزان پتاسیم برگ جوان در سال نشان داد که در سال آور (۱۳۹۸) با میانگین ۲/۱۹ درصد بیشتر از سال "ناآور" (۱۳۹۹) با ۱/۲۵ درصد بود. میزان پتاسیم میوه در سال نشان داد که در سال "آور" (۱۳۹۸) با میانگین ۲/۳ درصد بیشتر از سال "ناآور" (۱۳۹۹) با میانگین ۱/۲۹ درصد بوده است. مقایسه میانگین اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری نشان داد که در اواسط خردادماه سال "آور" (۱۳۹۸) با ۲/۶۱ درصد بیشترین و در اواسط آبان ماه سال "ناآور" (۱۳۹۹) با ۱/۰۸ درصد کمترین میزان پتاسیم در برگ جوان را دارا بود (شکل ۴- الف). اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری در میزان پتاسیم میوه نشان داد که در اوایل خردادماه سال "آور" (۱۳۹۸) با ۲/۴۲ درصد بیشترین و در اواسط تیرماه سال "ناآور" (۱۳۹۹) کمترین میزان پتاسیم ۰/۹۵ درصد در میوه‌ها را دارا بود (شکل ۴- ب). مقایسه میانگین زمان نمونه‌برداری در پتاسیم برگ جوان نشان داد که میزان پتاسیم برگ جوان در نمونه‌های اوایل خردادماه با ۱/۹۷ درصد بیشترین و اواسط آبان ماه با ۱/۴۴ درصد کمترین مقدار را داشتند (شکل۴- ج). زمان نمونه‌برداری در پتاسیم میوه نشان داد که میزان پتاسیم در نمونه‌های اواسط آبان ماه با ۱/۹۹ درصد بیشترین و در اواسط تیرماه با ۱/۵۹ درصد کمترین مقدار را داشتند (شکل۴- د). مقایسه میانگین میزان پتاسیم میوه در ارقام نشان داد که رقم دیره با میانگین ۱/۸۴ درصد بیشترین و رقم مشکات با۱/۷۲ درصد کمترین میزان پتاسیم در میوه را داشتند (شکل۴- ذ).

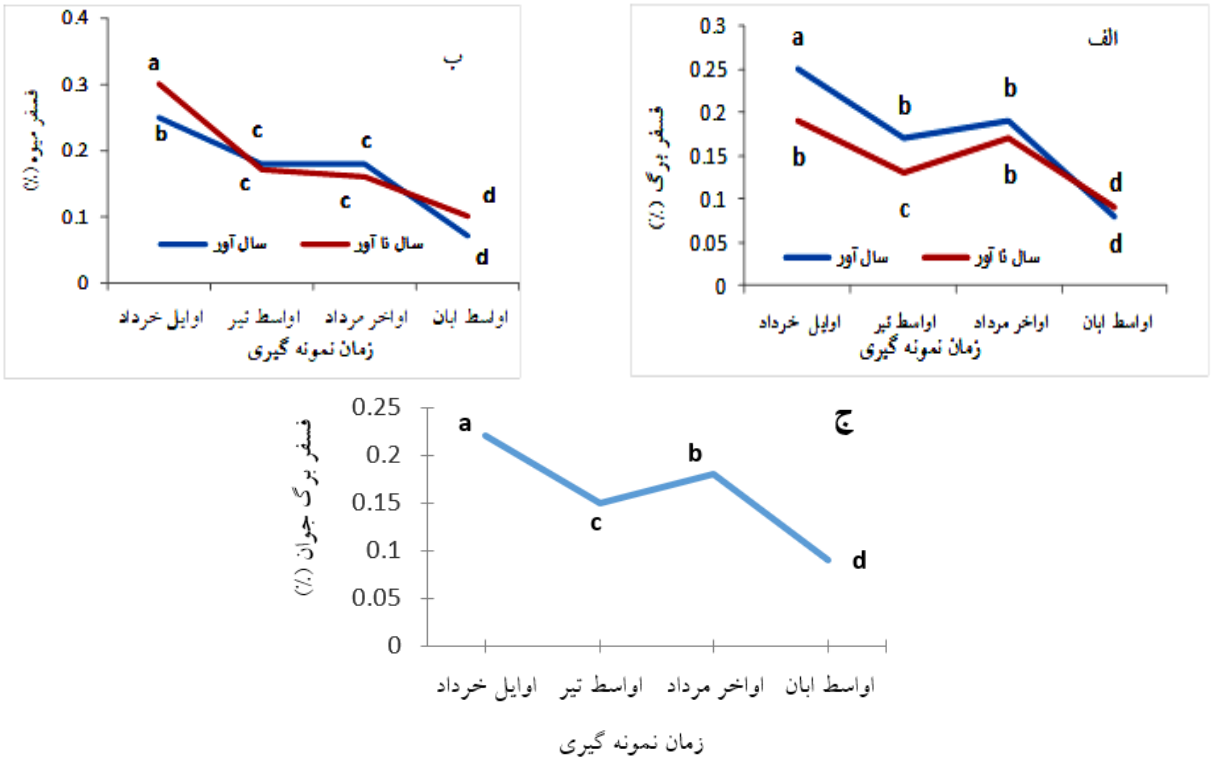
میزان بور در برگ جوان و میوه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر مستقل سال، رقم، زمان نمونه‌گیری، اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری در میزان بور برگ جوان و میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین میزان بور برگ جوان در سال نشان داد که در سال آور (۱۳۹۸) با ۲۵/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشتر از سال ناآور (۱۳۹۹) با ۲۱/۷ میلی‌گرم درکیلوگرم بود. میزان بور

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب دوساله روند تجمع و مصرف عناصر غذایی نشاسته و پروتئین در برگ و میوه جوان ارقام زیتون

		میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	نشاسته برگ مسن	نشاسته ریشه	پروتئین برگ مسن	پروتئین ریشه	فسفر برگ جوان	فسفر میوه	پتاسیم برگ جوان	پتاسیم میوه	بور برگ جوان	بور میوه
سال	۱	۶/۶۸^{ns}	۱۱۰*	۵۳/۹*	۲۹/۷*	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۴/۸**	۵۵/۳**	۹۰۱**	۵۴۶**
بلوک (سال)	۴	۸۹/۸	۱۶/۴	۷/۲۱	۷/۷۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۵	۰/۲۱	۰/۲	۴۰/۵	۱۲/۳
رقم	۲	۴/۴۶^{ns}	۱۸۷^{ns}	۱/۳۴^{ns}	۱/۴۴^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۰/۳۱*	۳۰۲**	۳۹۷**
زمان نمونه گیری	۳	۴۵۱**	۲۵۳**	۵/۱۱*	۲۱/۴**	۰/۱۶**	۰/۳۵**	۲/۶۵**	۱/۵۲**	۵۷۹**	۴۰۹**
رقم × زمان نمونه گیری	۶	۲۵/۴^{ns}	۲۵/۴^{ns}	۲/۰۳^{ns}	۳/۶۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۱۰^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۴۳/۲^{ns}	۹/۸۹^{ns}
رقم × سال	۲	۱۳/۶^{ns}	۱۴/۹^{ns}	۰/۷۸^{ns}	۲/۳^{ns}	۰/۰۰۴^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۰۱^{ns}	۸۸/۳^{ns}	۲/۱۲^{ns}
سال× زمان نمونه گیری	۳	۳۸۷**	۲۱۲**	۱/۹۵^{ns}	۱/۲۹^{ns}	۰/۰۱**	۰/۰۱**	۰/۸۶**	۱/۱۴**	۴۱۴**	۴۲۸**
رقم × سال× زمان نمونه گیری	۶	۹۰/۶**	۷۱/۱^{ns}	۱/۲۴^{ns}	۳/۷۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۴۵/۹^{ns}	۶۳/۸*
خطای آزمایش	۴۴	۲۹/۴	۳۶/۱	۱/۸۲	۳/۲۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۱۱	۰/۰۸	۷۴/۵	۲۴/۲
ضریب تغییرات(درصد)	–	۲۵/۷	۳۲/۷	۱۶/۴	۲۲/۸	۲/۸۲	۲۳/۸	۱۹	۱۶/۶	۲۹/۴	۲۳/۷

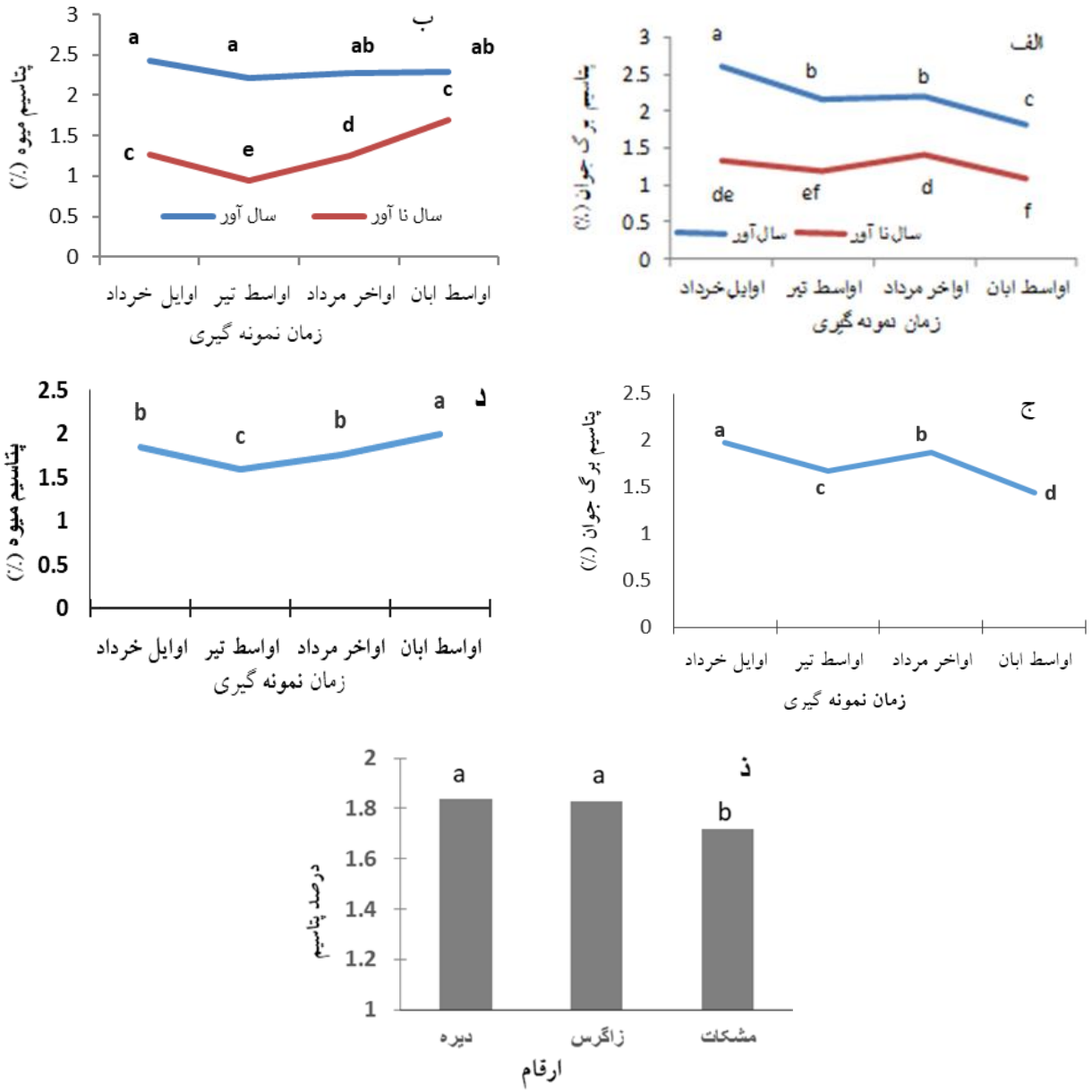
ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح پنج درصد (P<۵٪) و معنی‌داری در سطح یک درصد (P<۱٪)



شکل ۳. الف) مقایسه میانگین اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری بر درصد فسفر برگ، ب) مقایسه میانگین اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری بر درصد فسفر میوه، ج) مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌گیری بر درصد فسفر در برگ جوان.

در هر شکل میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

میوه در سال نشان داد، که در سال "آور" (۱۳۹۸) با ۲۳/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشتر از سال "ناآور" (۱۳۹۹) با ۱۷/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم بود. مقایسه میانگین زمان نمونه‌برداری میزان بور در برگ جوان نشان داد که در اواخر مردادماه ۲۸/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین و در اواسط آبان‌ماه با ۱۷/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میزان بور را داشتند. مقایسه میانگین اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری در برگ جوان نشان داد که در اواخر مرداد سال "آور" (۱۳۹۸) با ۳۷/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین و در اواسط آبان ماه سال "ناآور" (۱۳۹۹) با ۱۴/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میزان بور در میوه را دارا بوده است (شکل ۵- الف). مقایسه میانگین اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری در میوه نشان داد که در اواسط تیرماه سال آور (۱۳۹۸) با میانگین ۳۴/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین و در اواسط آبان ماه سال "ناآور" (۱۳۹۹) با میانگین ۱۴/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میزان بور در میوه را داشت (شکل۵- ب). مقایسه میانگین زمان نمونه‌برداری میزان بور در برگ جوان نشان داد که در اواخر مردادماه ۲۸/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین و در اواسط آبان ماه با ۱۷/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میزان بور را داشتند. (شکل ۵- ج). مقایسه میانگین زمان نمونه‌برداری میزان بور در میوه نشان داد که در اواخر مردادماه ۲۶/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین و در اواسط آبان ماه با ۱۶/۹میلی گرم در کیلوگرم کمترین میزان بور را داشتند (شکل ۵- د). مقایسه میانگین میزان بور در برگ جوان در ارقام نشان داد که رقم مشکات با ۲۵/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین و رقم زاگرس با ۲۲/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میزان بور را داشتند (شکل ۵- ر). میزان بور میوه در ارقام نشان داد که رقم



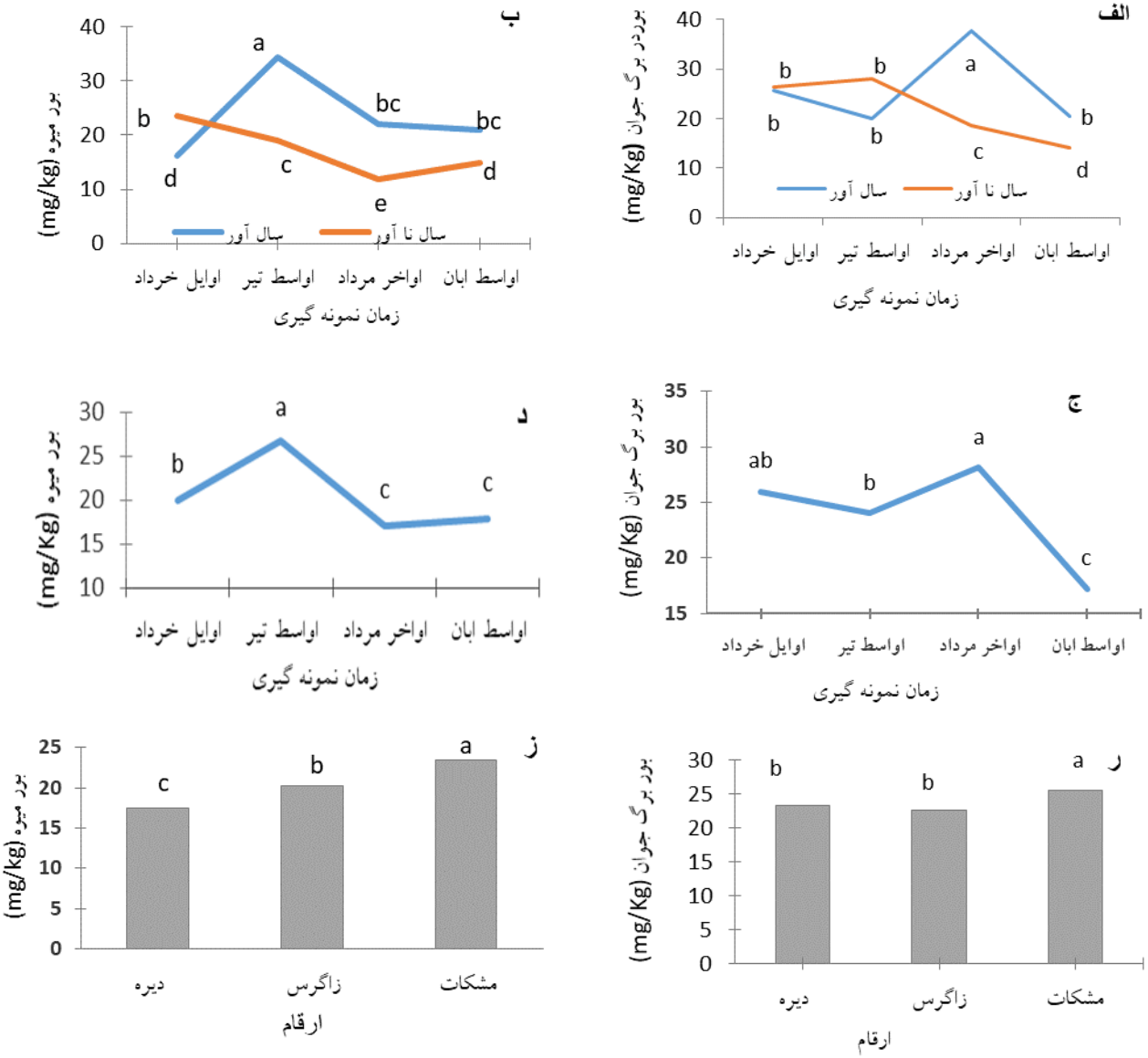
شکل ۴. الف) مقایسه میانگین اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری بر درصد پتاسیم در برگ جوان، ب) مقایسه میانگین اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری بر درصد پتاسیم میوه، ج) مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌گیری بر درصد پتاسیم برگ جوان، د) مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌گیری بر درصد پتاسیم میوه، ذ) مقایسه میانگین اثر رقم بر درصد پتاسیم برگ جوان

در هر شکل میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

مشکات با ۲۳/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم بیشترین و رقم دیره با ۱۷/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین میزان بور را داشتند (شکل ۵– ز).

میزان نشاسته در برگ مسن و ریشه

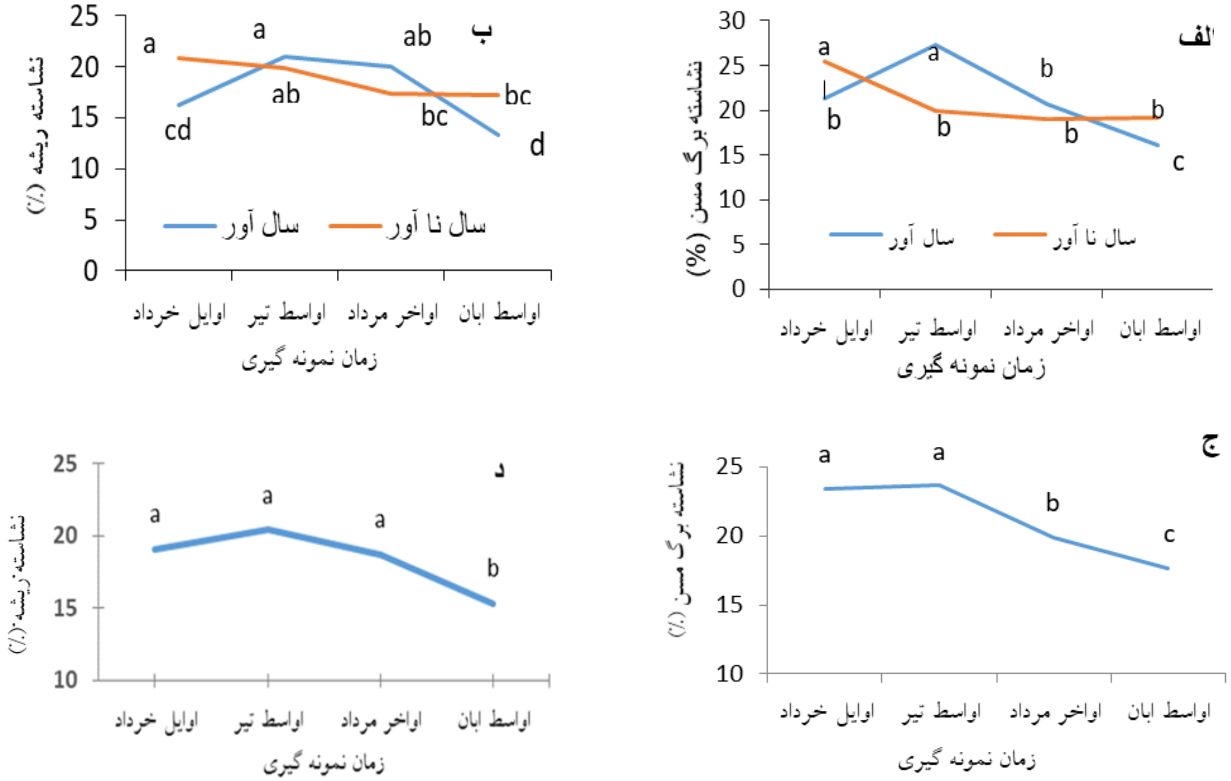
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مستقل زمان نمونه‌گیری، اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری و اثرمتقابل رقم در سال در زمان نمونه‌گیری بر میزان نشاسته در برگ مسن و ریشه در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری در میزان نشاسته در برگ مسن نشان داد که در اواسط تیرماه سال "آور" (۱۳۹۸) و



شکل ۵. الف) میانگین اثرات متقابل سال در زمان نمونه‌گیری بر میزان بور در برگ جوان، ب) میانگین اثرات متقابل سال در زمان نمونه‌گیری بر میزان بور در میوه، ج) میانگین اثر زمان نمونه‌گیری بر میزان بور در برگ جوان، د) میانگین اثر زمان نمونه‌گیری بر میزان بور در میوه، ر) میانگین اثر رقم بر میزان بور در برگ جوان، ز) میانگین اثر رقم بر میزان بور در میوه.

در هر شکل میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

در اوایل خردادماه برگ مسن در سال "ناآور" (۱۳۹۹) به‌ترتیب با میانگین۲۷/۳ و۲۵/۵ درصد بیشترین و در اواسط آبان ماه سال آور (۱۳۹۸) با میانگین ۱۶/۱ درصد دارای کمترین میزان نشاسته در برگ مسن را دارا بود (شکل ۶- الف) میانگین اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری در میزان نشاسته در ریشه نشان داد که برگ مسن در اوایل خردادماه و اواسط تیرماه سال "ناآور" (۱۳۹۹) با میانگین ۲۰/۹ و ۲۱ درصد بیشترین و در اواسط آبان ماه سال "آور" (۱۳۹۸) با میانگین ۱۳/۴درصد کمترین نشاسته در ریشه را داشته است (شکل۶- ب). مقایسه میانگین اثر زمان نمونه گیری در میزان نشاسته در برگ مسن نشان داد که در زمان نمونه‌گیری اواسط تیرماه با میانگین ۲۳/۶ درصد بیشترین و در اواسط آبان ماه با میانگین ۱۷/۶ درصد کمترین



شکل ۶. الف) اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری بر درصد نشاسته در برگ مسن، ب) اثر متقابل سال در زمان نمونه‌گیری بر درصد نشاسته در ریشه، ج) اثر زمان نمونه‌گیری بر درصد نشاسته در برگ مسن، د) اثر زمان نمونه‌گیری بر درصد نشاسته در ریشه.
در هر شکل میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

میزان را داشت (شکل۶- ج). میزان نشاسته در ریشه در زمان نمونه‌گیری نشان داد که در اواسط تیرماه با ۲۰/۴ درصد بیشترین و در اواسط آبان‌ماه با ۱۵/۳ درصد کمترین میزان را داشت (شکل۶- د).

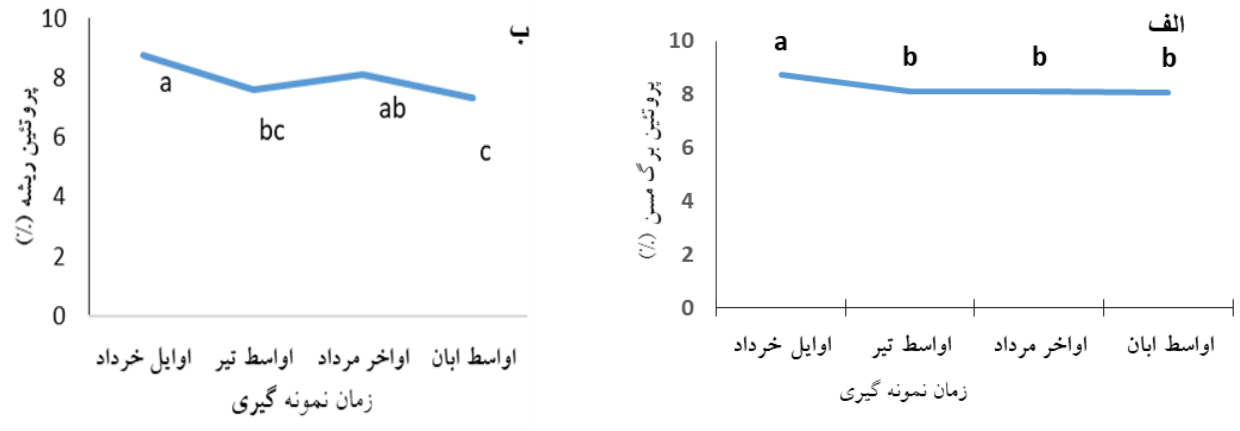
میزان پروتئین در برگ مسن و ریشه

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر مستقل سال و زمان نمونه‌گیری در میزان پروتئین در برگ مسن و ریشه در سطح احتمال پنج و یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر سال در میزان پروتئین در برگ مسن نشان داد که در سال "آور" (۱۳۹۸) با میانگین ۸/۹ درصد بیشتر از سال "ناآور" (۱۳۹۹) با میانگین ۷/۶۳ درصد بود. اثر سال در میزان پروتئین در ریشه نشان داد، که در سال آور (۱۳۹۸) با میانگین ۸/۵ درصد بیشتر از سال "ناآور" (۱۳۹۹) با میانگین ۷/۳ درصد بود. زمان نمونه‌گیری در پروتئین برگ مسن نشان داد که در اوایل خردادماه با میانگین ۸/۷۲ درصد بیشترین و در اواسط آبان ماه با میانگین ۸/۰۷ درصد کمترین میزان پروتئین در برگ مسن را داشتند (شکل ۷- الف). اثر زمان نمونه‌گیری در پروتئین ریشه نشان داد که در اوایل خرداد با میانگین ۸/۷۶ درصد بیشترین و در اواسط آبان ماه با میانگین ۷/۳۳ درصد کمترین میزان پروتئین در ریشه را داشتند (شکل ۷- ب).

بحث

میزان نیتروژن در برگ جوان و میوه

نتایج مقایسه میانگین‌های میزان نیتروژن در برگ جوان و میوه (شکل ۱- الف، ب وج) نشان دادند که میزان نیتروژن در برگ جوان و میوه از یک منحنی دابل سیگموئیدی پیروی می‌کنند. به‌طوری که در ابتدای رشد تا اواسط تیرماه (زمان سخت شدن درون‌بر) غلظت نیتروژن در برگ جوان و میوه به‌شدت کاهش‌یافته و سپس افزایش جزئی نشان می‌دهد. از مردادماه تا



شکل ۷. الف) اثر زمان نمونه‌گیری بر درصد پروتئین در برگ مسن، ب) اثر زمان نمونه‌گیری بر درصد پروتئین در ریشه.
در هر شکل میانگین‌هایی که دارای حرف مشابه هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

اواسط آبان ماه (در دوره توسعه میان‌بر) تا برداشت محصول در برگ جوان با شیب تندی کاهش و در میوه با شیب کندی افزایش نشان می‌دهد. همچنین مقایسه میانگین ارقام نشان داد که رقم مشکات بیشترین و ارقام دیره و زاگرس کمترین میزان نیتروژن در برگ جوان را داشتند. نتایج این پژوهش با گزارش فرناندز اسکوبار و مارین (۱۲) مبنی بر کاهش غلظت نیتروژن در برگ‌های جوان در بهار و تابستان در سال" آور" مطابقت داشت. مقدار نیتروژن به‌طور مستقیم بر رشد رویشی، تشکیل میوه، عملکرد و رشد شاخساره‌ها تأثیر دارد (۱۹). نتایج همبستگی صفات حاکی از آن است که بین نیتروژن میوه با فسفر و روی در میوه رابطه مثبت و معنی‌دار وجود داشته اما نیتروژن برگ جوان با فسفر و روی در میوه رابطه منفی و معنی‌داری داشت (جدول ۴).

میزان روی در برگ جوان و میوه

نتایج مقایسه میانگین‌های میزان روی در برگ جوان و میوه (شکل ۲- الف، ب و ج) نشان داد که میزان روی در میوه از یک منحنی دابل سیگموئید پیروی می‌کند. به‌طوری که در ابتدای رشد تا اواسط تیرماه زمان سخت شدن درونبر، غلظت روی در میوه به‌شدت کاهش سپس از اواسط تیر تا اواسط مردادماه جزئی افزایش یافت. به‌تدریج با رشد میوه و افزایش ذخیره میانبر تا برداشت محصول، غلظت روی با شیب کندی کاهش یافت. رقم دیره بیشترین و رقم مشکات کمترین میزان روی در برگ جوان را داشتند. عنصر روی بر عملکرد سیستم‌های آنزیمی، سنتز اسیدهای نوکلئیک، پروتئین و متابولیسم اکسین نقش به‌سزایی ایفا می‌کند. با کمبود عنصر روی، میوه درختان زودتر بالغ شده و می‌رسند (۳۸). گزارش شده که محلول‌پاشی اوره (پنج در هزار) یک هفته قبل از شکوفایی گل، باعث افزایش تشکیل میوه اولیه می‌شود. همچنین تیمار اسید بوریک و سولفات روی (هرکدام با غلظت پنج در هزار) باعث کاهش ریزش و افزایش تعداد نهایی میوه می‌شوند (۱). محلول‌پاشی توام سولفات‌روی و نیترات‌پتاسیم با غلظت‌های نیم درصد، وزن، طول و قطر میوه زیتون رقم آمیگدالولیا را افزایش داده است (۳۴). با توجه به گزارش‌های قبلی و نتایج حاصل از پژوهش حاضر، مدیریت مناسب کوددهی به‌ویژه برای زیتون‌های کنسروی که اندازه و نسبت گوشت به هسته صفت مهمی است، گزارش شده که بین میزان روی میوه‌ها و درصد روغن زیتون رقم زرد، همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (۳۸ و ۴۱). در بیشتر باغ‌های زیتون طارم کمبود عنصر روی دیده می‌شود. محلول‌پاشی، روی مورد نیاز برگ و اندام هوایی را تأمین می‌کند اما با توجه به اینکه حرکت رو به پایین روی و سایر عناصر میکرو در آوند آبکش به کندی صورت می‌گیرد، مصرف خاکی بور نیز توصیه می‌شود. طی گزارشی حد مطلوب غلظت روی در برگ زیتون ۱۰ تا ۲۴ پی‌پی‌ام بیان شده است (۸). بین میزان روی با فسفر برگ، میزان روی در میوه با نشاسته برگ و نیتروژن میوه همبستگی مثبت بود (جدول ۴).

جدول ۴. مقادیر همبستگی (R) بین برخی از عناصر غذایی، نشاسته و پروتئین در برگ، میوه و ریشه زیتون در آخرین زمان نمونه‌گیری در سال‌های "آور" و "ناآور"

	S.L	S.R	Pr.L	Pr.R	N.L	N.F	K.L	K.F	P.L	P.F	B.L	B.F
S.L	۱											
S.R	۰/۴۴**	۱										
Pr.L	-۰/۰۶	-۰/۰۴	۱									
Pr.R	-۰/۱۳	-۰/۰۴	۰/۴*	۱								
N.L	-۰/۲۲	-۰/۵۱	-۰/۲	-۰/۰۸	۱							
N.F	۰/۱۰	-۰/۱۴	-۰/۰۸	-۰/۳۹**	۰/۰۳	۱						
KL	-۰/۱۲	-۰/۳۴*	۰/۳۴*	۰/۳۱*	-۰/۲۱	۰/۰۵	۱					
K.F	-۰/۱۹	-۰/۱۱	۰/۲۳*	۰/۱۴	-۰/۰۷	-۰/۱۴	۰/۲۵	۱				
P.L	۰/۲۶	۰/۰۰	-۰/۲۷	-۰/۲۳	-۰/۲۳	۰/۲۵	۰/۰۶	-۰/۰۷	۱			
P.F	۰/۲۴*	۰/۱۶	-۰/۳۵**	-۰/۳۷**	-۰/۲۷*	۰/۳۸*	-۰/۲۵	-۰/۳۶**	۰/۷۲**	۱		
B.L	-۰/۲۹*	-۰/۴۳**	۰/۲۱	۰/۱۰	-۰/۱	-۰/۰۵	۰/۳*	۰/۳۵*	۰/۰۵	-۰/۲۵	۱	
B.F	-۰/۱۵	-۰/۲۳	۰/۲۷*	۰/۴**	-۰/۰۵	-۰/۱۱	۰/۲۵	۰/۱۱	-۰/۱	-۰/۱۵	۰/۳۴*	۱
ZL	۰/۶۰	۰/۰۸	-۰/۱۵	-۰/۰۸	-۰/۱	۰/۰۴	۰/۱۷	-۰/۰۵	۰/۳۱*	۰/۰۷	۰/۰۴	-۰/۱۶
ZF	۰/۳۶**	۰/۰۳	۰/۰۹	-۰/۰۹	-۰/۳۸**	۰/۳۱*	۰/۲۳	-۰/۰۲	۰/۶۷**	۰/۶۲**	۰/۰۸	۰/۱۱

نشاسته برگ (S.L)، نشاسته ریشه (S.R)، پروتئین برگ(Pr.L)، پروتئین ریشه (Pr.R)، نیتروژن برگ (N.L)، نیتروژن میوه (N.F)، پتاسیم برگ(KL)، پتاسیم میوه (K.F)، فسفر برگ (P.L)، فسفر میوه(P.F)، بور برگ (B.L)، بور میوه (B)، بور میوه (B.F)، روی برگ (ZL)، روی میوه (ZF)

*** و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد (5> P%) و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد (1> P%).**

میزان فسفر در برگ جوان و میوه

نتایج مقایسه میانگین‌های میزان فسفر در برگ جوان و میوه (شکل ۳- الف ،ب ،ج ود) نشان داد که میزان فسفر در برگ جوان و میوه از یک منحنی دابل سیگموئید در سال "آور" و "ناآور" پیروی می‌کند. به‌طوری که در ابتدای رشد تا اواسط تیرماه (زمان سخت شدن اندو کارپ)، غلظت فسفر در برگ جوان به‌شدت کاهش‌یافته و بعد از زمان سخت شدن هسته از تیرماه و مردادماه، جزئی افزایش نشان می دهد. سپس از مردادماه زمان تکامل مزوکارپ تا اواسط آبان ماه (زمان برداشت محصول) با شیب تندی کاهش یافت. فسفر در تقسیم سلولی، تشکیل آلبومین، رشد بافت مریستمی و فتوسنتز نقش اساسی دارد. در شرایط کمبود فسفر، برگ‌ها کوچک و قرمزرنگ می‌شوند. نوک برگ‌ها سبز روشن و بخش پائینی برگ‌ها سبز تیره شده و نقاط کلروزی ممکن است در پائیز یا زمستان ظاهر شود. فرناندز اسکوبار و مارین (۱۲) با بررسی تغییرات فصلی موادغذایی برگ زیتون در سال‌های "آور" و "ناآور" گزارش گردند که محتوای عناصر غذایی ازجمله غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم تحت تأثیر میزان محصول قرارگرفته و در پایان سال آور مقادیر کمتری را نشان می‌دهند. همچنین مشخص شد که سن برگ بر غلظت عناصر غذایی تأثیر می‌گذارد. به‌طوری که غلظت نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی و بور در برگ‌های جوان زیاد بوده درحالی‌که کلسیم، منیزیم، منگنز، مس و آهن در برگ‌های مسن غلظت بیشتری داشتند. تفاوت زیادی در میزان فسفر، پتاسیم، روی و بور بین برگ‌های جوان و مسن مشاهده نشد. طی گزارشی حد مطلوب غلظت فسفر در برگ زیتون ۰/۱ تا ۰/۳ درصد بیان شده است (۸). همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، بین فسفر در برگ جوان با فسفر میوه و روی در برگ و میوه همبستگی مثبت بود. بین فسفر میوه با فسفر و نشاسته برگ و روی و

نیتروژن میوه رابطه مثبت بود، ولی با پروتئین برگ و ریشه، نیتروژن برگ و پتاسیم میوه رابطه منفی وجود داشت.

میزان پتاسیم در برگ جوان و میوه

نتایج مقایسه میانگین‌های میزان پتاسیم در برگ جوان و میوه (شکل۴- الف، ب،ج،د وذ) نشان داد که میزان پتاسیم در برگ جوان و میوه با منحنی دابل سیگموئید در سال "آور" و "ناآور" مطابقت داشت. از ابتدای رشد تا اواسط تیرماه غلظت پتاسیم در برگ جوان به‌شدت کاهش و از اواسط تیرماه با شیب ملایمی افزایش یافت. سپس از اواخر مرداد تا اواسط آبان ماه با شیب تندی کاهش یافت. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت پتاسیم در برگ‌های جوان فصل جاری از ابتدای مردادماه تا پاییز کاهش یافتند. این نتایج با نتایج محققین که بیان کردند در طول فصل، غلظت پتاسیم برگ در بیشتر گیاهان درختی کاهش می‌یابد همخوانی داشت (۱۴). بر اساس گزارش ارجی (۳) و غلامی (۱۵) زمان تشکیل میوه تا سخت شدن هسته را در ارقام مختلف زیتون در ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو از دهه اول خردادماه تا دهه اول تیرماه گزارش شده است. بنابراین بر اساس منحنی رشد دابل سیگموئیدی زیتون می‌توان اظهار داشت که برگ زیتون در سال "آور" و "ناآور" برای حمایت از میوه تشکیل‌شده، میزان پتاسیم خود را با شیب‌های مختلف (در سال آور با شیب بیشتر و در سال نا آور با شیب کمتر) کاهش داده و بعد از زمان سخت شدن هسته از تیر و مرداد جزئی افزایش می‌دهد، سپس از مردادماه زمان پر کردن گوشت و مواد ذخیره‌ای (مزو کارپ) تا زمان برداشت محصول به‌شدت کاهش می‌یابد. اما در میوه جوان روند تغییرات پتاسیم منحنی سیگموئیدی داشت. میزان پتاسیم میوه تا اواسط تیرماه کاهش‌یافته بود. اما بعد از زمان سخت شدن هسته در تیرماه تا آخر زمان برداشت به‌شدت افزایش یافت. محققین گزارش کردند غلظت پتاسیم در برگ‌های فصل جاری در سال‌های "آور" و "ناآور" نسبت به برگ‌های یک‌ساله قدیمی به‌طور قابل‌توجه‌ای بیشتر بود. غلظت پتاسیم برگ‌های فصل جاری به‌تدریج از ابتدای فصل تا مردادماه کاهش‌یافته و در طول پاییز تقریباً در این مقادیر ثابت باقی می‌ماند. با توجه به نقش کاتالیزوری پتاسیم در تحریک فعالیت آنزیم‌ها مقاومت گیاه را در برابر تنش‌های سرمازدگی، خشکی، بیماری‌ها و آفت‌ها افزایش می‌دهد. در خاکستر زیتون میزان پتاسیم نسبت به سایر عناصر بیشتر است. غلظت پتاسیم برگ در بیشتر محصولات زراعی با پیشرفت فصل رشد کاهش می‌یابد. گانیه (۱۴) معتقد است با توجه به افزایش فنول مرتبط با فعالیت بالای IAA اکسیداز در بهمن‌ماه، پتاسیم می‌تواند تأثیر مثبتی بر گل‌دهی داشته باشد. زیرا تشکیل اسیدآمینه را افزایش داده و از تشکیل IAA اکسیداز جلوگیری می‌کند. تخریب IAA به‌واسطه آنزیم، رشد رویشی را مهار می‌کند. حد مطلوب پتاسیم در برگ زیتون ۰/۹-۱/۲ درصد اعلام شده است (۸). بین پتاسیم برگ جوان با پروتئین برگ و ریشه همبستگی مثبت و اما با نشاسته ریشه رابطه منفی مشاهده شد. بین پتاسیم میوه با پروتئین برگ نیز همبستگی مثبت ولی با فسفر میوه رابطه است (جدول ۴).

میزان بور در برگ جوان و میوه

نتایج مقایسه میانگین‌های میزان بور در برگ جوان و میوه (شکل ۵- الف، ب، ج، د، ذ، ر) نشان داد که تجمع بور در برگ جوان در سال "آور" از اوایل خردادماه تا اواسط تیرماه (زمان سخت شدن درون بر) کاهشی ولی در میوه روند افزایشی را نشان می‌دهد. به‌طور کلی میزان بور در رقم مشکات بیشتر از رقم دیره و زاگرس بوده است. با توجه به نقش بور در سنتز اسیدهای نوکلئیک و تقسیم سلولی، بر تمایز گل‌های زیتون و تشکیل و بقای میوه مؤثر است (۳۹ و۴۴). زمان تمام گل در ارقام مختلف زیتون در ایستگاه تحقیقات زیتون از ۷ تا ۱۹ اردیبهشت‌ماه و زمان سخت شدن هسته زیتون را دهه اول خرداد تا دهه اول تیرماه گزارش کردند (۳ و ۱۶). با توجه به افزایش میزان بور در میوه زیتون در سال آور تا اواسط تیرماه و برعکس کاهش این عنصر در برگ جوان، نتایج حاصل با نظریه رالو و سوارز (۳۳) که بیان کردند سال‌آوری تحت تأثیر رقابت

برای تجدید قدرت منبع (Source) بین شاخه‌ها و میوه‌ها به‌طور هم‌زمان توسعه می‌یابد، مطابقت داشت. به‌طوری‌که تعداد زیادی میوه (به‌عنوان مخازن اصلی) باعث کاهش رشد رویشی شده و طول شاخه‌های جدید کاهش می‌یابد. کاهش طول شاخه‌ها منجر به کاهش تعداد گره‌ها و سطح برگ و کاهش مکان‌های بالقوه برای گل انگیزی و کاهش قدرت منبع (Source) برای فصل بعد می‌شود (۵). طی پژوهشی محلول‌پاشی اوره، بور و روی موجب افزایش تشکیل و عملکرد نهایی میوه شده است (۴۱). پریکا و اندرولاکیز (۳۲) با بررسی انتقال مجدد (Remobilization) بور، مشاهده کردند که با محلول‌پاشی بور بر برگ‌ها غلظت بور در اندام مختلف درختان زیتون بارده رقم مانزانیلا ازجمله گل‌آذین و میوه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (۴۰). نتایج حاصل از این پژوهش، تائید کننده گزارش‌های فوق است. نتایج همبستگی صفات حاکی از آن است که بین بور در برگ جوان با بور در میوه و پتاسیم برگ و میوه همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشته اما با نشاسته برگ و ریشه همبستگی منفی بود. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین بور میوه و بور برگ و پروتئین برگ و ریشه وجود داشت (جدول ۴).

میزان نشاسته در برگ مسن و ریشه

نتایج مقایسه میانگین‌های میزان نشاسته در برگ مسن و ریشه (شکل۶- الف ، ب، ج، د) نشان داد که در زمان سخت شدن درون بر غلظت نشاسته در برگ مسن با شیب تند و در ریشه با شیب کند کاهش یافت. پس از سخت شدن درون بر(تیر و مردادماه) نشاسته در برگ مسن در سال آور به‌شدت کاهش یافته و در سال ناآور با شیب کمتری کاهش پیدا کرد. بین برگ‌های جوان و مسن درختان زیتون، غلظت لیپیدها و پروتئین‌ها متفاوت بود (۴۲). نتایج این آزمایش با یافته‌های سارمینتو و همکاران (۳۶) که بیان کردند نشاسته و قندها در برگ‌ها تحت تأثیر محصول در پاییز در سال آور درنتیجه جابجایی برای رشد میوه کاهش‌یافتند، مطابقت داشت، درحالی‌که با نتایج استوت و مارتین (۳۷) که رابطه‌ای بین محتوای کربوهیدرات درخت در سال‌های "آور" و "ناآور" پیدا نکردند، همخوانی نداشت. زمانی که ذخیره کربوهیدرات درخت زیتون به جهت تولید مقدار زیادی میوه کاهش می‌یابد، ممکن است تشکیل جوانه گل متوقف شود. در بیشتر منابع نوسانات بودجه‌بندی (تسهیم) کربوهیدرات اغلب دلیل اصلی تناوب باردهی ذکرشده است (۳۰). اتکای مرحله تولیدمثلی به ذخیره سال گذشته به موضوع بودجه و زمان‌بندی اشاره می‌کند. رشد تعداد زیادی میوه منجر به کاهش ذخیره کربوهیدرات می‌شود. به‌همین دلیل معمولاً قبل از بلوغ میوه، رشد رویشی جدید محدود می‌شود (۴ و ۲۶). در سال‌آور وجود تعداد زیادی میوه به‌عنوان مخزن منجر به کاهش تعداد گره، سطح برگ و کاهش مکان‌های بالقوه برای گل‌انگیزی و کاهش قدرت منبع برای سال بعد می‌شود (۳۳). روی یک گل‌آذین نیز بین گل‌ها و میوه‌های در حال رشد برای دریافت مواد غذایی رقابت وجود دارد (۶). بنابراین تولید محصول زیاد در یک سال باعث کاهش ذخایر کربوهیدرات درختان شده و محصول سال بعد کاهش می‌یابد. نتایج همبستگی صفات حاکی از آن است که بین نشاسته در برگ مسن با مقدار نشاسته در ریشه و فسفر و روی در میوه همبستگی وجود داشت (جدول ۴).

میزان پروتئین در برگ مسن و ریشه

نتایج مقایسه میانگین‌های میزان پروتئین در برگ مسن و ریشه (شکل۷- الف و ب) نشان داد که میزان پروتئین در برگ مسن و ریشه از منحنی دابل سیگموئید پیروی می‌کند. به‌طوری‌که در ابتدای رشد تا اواسط تیرماه (سخت شدن درون بر) غلظت پروتئین در برگ مسن و ریشه کاهش ولی از اواسط تیر تا اواخر مردادماه افزایش جزئی داشته است. از زمان توسعه میان‌برتا برداشت محصول، پروتئین در برگ مسن کاهش جزئی داشته و در ریشه تا اواسط آبان ماه به‌شدت کاهش یافت. کیتساکی و همکاران (۲۰) گزارش کردند که در برخی ارقام زیتون همزمان با گل‌انگیزی، غلظت پروتئین‌ها افزایش می‌یابد. به‌نظر می‌رسد که اختلاف در مقادیر پروتئین، منعکس‌کننده

تناوب‌های موقتی در فعالیت میتوزی مریستم‌های جوانه‌های گل باشد. همزمان با شروع فعالیت میتوزی (بهمن‌ماه) در جوانه‌های گل غلظت پروتئین افزایش یافت (۶). نتایج همبستگی صفات حاکی از آن است که بین پروتئین در برگ مسن با پروتئین ریشه و پتاسیم در برگ و میوه و بور در میوه رابطه مثبت و معنی داری وجود داشته اما با فسفر همبستگی منفی بوده است. بین میزان پروتئین در ریشه با پروتئین برگ، همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشته است (جدول ۴).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که تغییرات برخی از عناصر غذایی در برگ، میوه و ریشه زیتون مخصوصا در سال آور، تابع منحنی دابل سیگموئیدی رشد و نمو میوه است. به‌طوری‌که همزمان با سخت شدن درون بر و توسعه سریع گوشت میوه (میان بر) غلظت نشاسته، نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ جوان به‌شدت کاهش یافت. تجزیه برگ و میوه روش مناسبی برای تشخیص مواد غذایی موردنیاز درخت در فصل آینده است. با شناخت کافی از تغییر عناصر غذایی در مراحل رشد و نمو میوه و نحوه و زمان مناسب مصرف آنها، توصیه‌های مصرف عناصر غذایی موردنیاز همراه با تغییر ماهانه آن‌ها پیش‌بینی می‌شوند. مصرف خاکی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دی‌ماه (قبل از گل‌دهی)، محلول‌پاشی نیتروژن و پتاسیم، روی و بور در خردادماه (بعد از تشکیل میوه) و مصرف نیتروژن و پتاسیم در مردادماه (پس از سخت شدن درون بر) قابل توصیه است.

تقدیر و تشکر

از اعضای هیات علمی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد و کارکنان ایستگاه تحقیقات زیتون دالاهو، آزمایشگاه خاکشناسی، دامپروری و بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه که فرصت انجام این تحقیق را فراهم آوردند، تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Andreoulakis, I. and M. H. Loupasaki. 1995. Fertilization of olive tree. *Agriculture-Animal Husbandry* 9: 160-175.
2. Anonymous. 2022. Agricultural statistics of horticultural products. Ministry of Agriculture-Jahad. Deputy of Planning and Economic. Information and Communication Technology Center. 241. Available online at: https: //amar .maj.ir /Dorsapax /userfiles /Sub65/Amarnameh-J3-1401.pdf. (In Farsi).
3. Arji, I., D. Hoshmand and R. Gholami. 2020. Phenological evaluation and harvest index identification of some olive cultivars in sarpole zehab region. *Plant Production Technology* 20(2): 53-63. (In Farsi).
4. Benton, J. J. 2001. Laboratory Guide for Conducting Soil Tests and Plant Analysis. CRC Press Boca Raton, London, New York, Washington, D.C.
5. Berman, M. E. and T. M. DeJong. 2003. Seasonal patterns of vegetative growth and competition with reproductive sinks in peach (*Prunus persica*). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 78: 303-309.
6. Bouranis, D. L., G. Zakynthinos, C. H. Kapetanos, S. N. Chorianopoulou, K. Kitsaki and J. B. Drossopoulos. 2001. Dynamics of nitrogen and phosphorus partition in four olive cultivars during bud differentiation. *Journal of Plant Nutrition* 24: 1535-1550.
7. Bustan, A., S. Lavee, I. Zipori, Y. Yeselson, A. A. Schaffer, J. Riov and A. Dag .2011. Role of carbohydrate reserves in yield production of intensively cultivated oil olive (*Olea europaea* L.) trees. *Tree Physiology* 31: 519-530.
8. Connell, J. H. and P. M. Vossen. 2007. Organic Olive Orchards Nutrition. In Organic Olive Production Manual, Publication 3505, University of California, Oakland, California.
9. Dag, A., A. Butsan, A. Avni, S. Lavee, J. Riov. 2009. Fruit thinning using NAA shows potential for reducing biennial bearing of 'Barnea' and 'Picual' oil olive trees. *Crop and Pasture Science* 60: 1124-1130.
10. Emami, A. 1996. Methods of Plant Analysis. Publications of the Agricultural Research, Education and Promotion Organization. Soil and Water Research Institute, Karaj. (In Farsi).
11. FAO. 2021. Food Agricultural Organization of the United Nations. Available online at: http://www. FAO/ org/ fao.faostat/en/#home. Accessed 10 September 2023.
12. Fernandez-Escobar, R. and M. Marin. 1999. Nitrogen fertilization in Olive orchards. *Acta Horticultural* 474: 333-

335.
13. Fernandez-Scobar, R., R. Moreno and S. Zamora. 2004. Nitrogen dynamic in the olive bearing shoot. *HortScience* 39(6): 1406-1411.
14. Ganie, S. A. (2021). Amino acids other than proline and their participation in abiotic stress tolerance. pp. 47-96, In: S. H. Wani, M. P. Gangola and B. R. Ramadoss (Eds.), Compatible Solutes Engineering for Crop Plants Facing Climate Change. Springer, Cham.
15. Gholami, R. 2016. The effect of low irrigation on some physiological, biochemical, morphological and yield characteristics of six commercial olive cultivars. Ph.D. thesis. Bu Ali Sina University. Hamadan, Iran. (In Farsi).
16. Goldschmidt, E. E. 2005. Regulatory aspects of alternate bearing in fruit trees. *Italus Hortus* 12:1-11.
17. Haberman, A., A. Dag, R. Erel, I. Zipori, N. Shtern, A. Ben-Gal and U. Yermiyahu. 2021. Long-term impact of phosphorous fertilization on yield and alternate bearing in intensive irrigated olive cultivation. *Plants* 10(9): 18-21.
18. Hosseini, Y. and R. Rezazadeh. 2015. Investigation of reducing alternative bearing in siaho mandarin by changing time of nitrogen foliar applications and harvest time in Haji Abad (Hormozgan). *Journal of Soil Research* 29(4): 395-407. (In Farsi).
19. Jan, M., M. A. Sumrah, A. Akhtar, I. U. Haq, M. R. Anser and I. Yasmin. 2021. Nutritional requirement of olive (*Olea europaea* L.) in Pothwar region of Pakistan. A review. *Sarhad Journal Agriculture* 37(4): 1334-1341.
20. Kitsaki, C. K., E. Andreadis and D. Bouranis. 2010. Developmental events in differentiating floral buds of four olive (*Olea europaea* L.) cultivars during late winter to early spring. *Ecology of Plants* 205(9): 599-607.
21. Kjeldahl, J. 1883. A new method for the estimation of nitrogen in organic compounds. *Journal of Analytical Chemistry* 22: 366-382.
22. Kour, D., P. Bakshi, V. K. Wali, N. Sharma, A. Sharma and M. Iqbal. 2018. Alternate bearing in olive–Areview *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(9): 2281-2297.
23. Lama-Muñoz, A., M. Contreras, F. Espínola, M. Moya, I. Romero and E. Castro. 2020. Content of phenolic compounds and mannitol in olive leaves extracts from six Spanish cultivars: Extraction with the Soxhlet method and pressurized liquids. *Food chemistry* 320: 126-134.
24. Lavee, S. 2006. Biennial bearing in olive (*Olea europaea* L.). *Olea* 25: 5-13.
25. Lavee, S. 2015. Alternate bearing in olive initiated by abiotic induction leading to biotic responses. *Advances. Horticultural Science* 29(4): 213-219.
26. Marra, F. P., E. Barone, M. La Mantia and T. Caruso. 2009. Toward the definition of a carbon budget model: seasonal variation and temperature effect on respiration rate of vegetative and reproductive organs of pistachio trees (*Pistacia vera* L.). *Tree Physiology* 29: 1095-1103.
27. Moreels, E., Amylum, N. V. 1987. Measurement of the starch content of commercial starches. *Starch* 39: 414-416.
28. Murphy, J. and P. J. Riely. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27: 31-36.
29. Noori, O., K. Arzani, A. Moamei and M. Taheri. 2015. Vegetative growth and fruit set of olive (*Olea europaea* L.) cv. 'Zard' in response to some soil and plant Factors. *Journal of Central European Agriculture* 16(3): 319-329.
30. Oliveira, C. M. and C. E. Priestley. 1988. Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. *Horticultural Review* 10: 403- 430.
31. Pascual, M., J. M. Villar, A. Arbones and J. Rufat. 2019. Nitrogen nutrition diagnosis for olive trees grown in super-intensive cropping systems. *Journal Plant Nutrition* 42(15): 1803-1817.
32. Perica, C. and I. I. Androulakis. 1990. Mineral composition of olive leaves as affected by summer N and K fertilization. In: Proceeding of 10th world Fertilizer Congress. Nicosia, Cyprus. pp. 66-70.
33. Rallo, L. and M. P. Suarez. 1989. Seasonal distribution of dry matter within the olive fruit- bearing limb. *Advances in Horticultural Science* 3: 55-59.
34. Ramazani, S. and A. Shekafandeh. 2011. The effect of zinc and potassium on the growth and flesh of olive fruit (*Olea europeae* L.). *Iranian Agricultural Research Journal* 30(1, 2): 1-10. (In Farsi).
35. Rodrigues, M. A., J. I. Lopes, I. Q. Ferreira and M. Arrobas. 2018. Olive tree response to the severity of pruning. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 42(2): 103-113.
36. Sarmiento, R., V. Valpuestra, L. Catalina and F. Gonzoles Garcia. 1976. Variation of the contents of starch and soluble carbohydrates of leaves and buds of plants of olive (*Olea europaea* L.) var. Marzanillo in relation to their vegetative or reproductive process. *Aneles de Edafologia y Agrobiologia* 35: 683-695.
37. Stutte, G. S. and G. C. Martin. 1986. Effects of light intensity and carbohydrate reserves on flowering in olive. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 111: 27-31.
38. Taheri, M. 1999. The effect of foliar application of nitrogen elements on fruit formation and some quantitative and qualitative properties of yellow local variety olive fruit. MSc Thesis. Faculty of Agriculture, University of Tehran Karaj, Iran (In Farsi).

39. Taheri, M., M. Basirat, T. Khoshzaman, M. Mostashari and M. Shakri. 2016. Integrated Management of Soil Fertility and Plant Nutrition in Olive Trees. Published by the Ministry of Agricultural Jihad, Agricultural Research and Training Organization, Soil and Water Research Institute 109. Karaj. (In Farsi).
40. Taheri, M., S, Ahadi and M. Abbasi. 2020. Comparison of the status of nutritional elements in different olive cultivars using nutritional indices. *Fruit Research* 5(1): 44-59. (In Farsi).
41. Talaie, A. R., M. Taheri and M. J. Malakouti. 2010. The effects of foliar application of N, B, and Zn on quantitative and qualitative characteristics of olive fruit. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 32(4): 727-736. (In Farsi).
42. Therios, I. 2009. OLIVES (Crop Production Science in Horticulture, 18). School of Agriculture Aristotle University Thessaloniki, Greece.
43. Turktas, M., B. Inal, S. Okay, E. G. Erkilic, E. Dundar, P. Hernandez, G. Dorado and U. turgay. 2013. Nutrition Metabolism Plays an Important Role in the Alternate Bearing of the Olive Tree (*Olea europaea* L.). *PLoS ONE* 8(3): e59876.
44. Zeinanloo, A. A., H. Ebrahimzadeh. A. Talai and A. Khalighi. 2000. Investigating the effects of cross-pollination on fruit formation and oil characteristics in several cultivars and the effects of different levels of plant hormones in the year of olive harvest. Ph.D. Thesis. Azad University Press. Tehran Science and Research. Tehran, Iran. (In Farsi).
45. Zouari, I., B. Mechri, F. Attia, I. Cheraief, A. M. guidiche, F. Laabidi and M. Aïachi-Mezghani. 2020. Mineral and carbohydrates changes in leaves and roots of olive trees receiving biostimulants and foliar fertilizers. *South African Journal of Botany* 35: 18-28.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 14, No. 2, Summer 2024, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Changes in the Content of Nutrients, Starch and Protein in On and Off Years in Three Local Olive Cultivars in Kermanshah, West of Iran

A. Hadjiamiri[1], A. Mohammadkhani[2*] and R. Gholami[3]

1 and 2. Graduated PhD Student and Associate Professor, Respectively, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.
3. Associate Professor, Department of Field and Horticultural Crop Sciences Research, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran.
*: Corresponding Author, Email: Mohammadkhani@sku.ac.ir

(Received: January 03-2024; Accepted: February 26-2024)

Extended Abstract

Introduction

Olive (*Olea europaea* L.) is the most famous species of Oleaceae family that has edible fruits. The olive tree has a tendency to alternate bearing, leading often to the production of massive fruit yield in one year (on) and a very low fruit yield in the next year (off). Knowing the changes of nutrients in different stages of olive fruit growth and development in the “on” and “off” years provides the possibility of timely and correct application of fertilizers. This research was conducted in order to investigate the changes in the concentration of mineral elements, starch, and protein of olive fruit in the on and off-years.

Materials and Methods

This research was carried out in the years 2018-2019 at Olive Dalaho Research Station in 2018 and 2019 at Dalahu Olive Research Station in Kermanshah (Lat. 32° 30´ N, Long. 45° 51´, Alt. 560 m.), west of Iran. The experiment was carried out in the form of a randomized complete block design with three replications and three local olive varieties, namely Deira, Zagros and Meshkat. All tested 11-year-old trees were under similar conditions in terms of pruning, drip irrigation, fertilization and pest and disease control. Measurement were carried out on N, P, K, Zn, B, starch, and protein in young leaves, fruits, old leaves, and roots from the time of kernel hardening (in early June) until fruit ripening (in mid-November) every 40 days using both "on" and "off" year trees. The samples included 20 broad leaves from the middle part of one-year-old and newly-formed vegetative branches, the growing fruits of the current year, and the feeding roots of 30 cm depth under the canopy of the tree crown. Measurements on potassium concentration were made by a flame photometer (model PFP7 made by JENWAY, England), phosphorus by colorimetric method using spectrophotometer, nitrogen and protein by Kjeldahl method, boron and zinc elements using an atomic absorption device (Perking Elmer model 31/40). Starch concentration of the dry matter was measured by Morley's method.

Results and Discussion

Monthly changes of mineral elements in leaves and young fruits, starch, and protein concentration in old leaves and roots were significant in the on and off years. The monthly changes in the concentration of the mineral elements corresponded to the pattern of the fruit growth curve (double sigmoid). The concentration of N, K, B, and Zn in young leaves decreased from the beginning of June to the middle of July (the time of endocarp hardening) and then increased slightly. The monthly changes in concentration of mineral elements in leaves and young fruits, starch, and protein in

old leaves and roots were significant in the on and off years. The monthly changes of the mineral elements corresponded to the pattern of the fruit growth curve (double sigmoid). The concentration of N, K, B and Zn in young leaves decreased from the beginning of June to the middle of July (the time of endocarp hardening) and then increased slightly. Mashkat cultivar had the highest and Deira and Zagros cultivars had the lowest concentration of nitrogen in young leaves. The concentration of nitrogen has a direct effect on vegetative growth, fruit formation, fruit yield, and shoot growth. There was a positive and significant relationship between fruit nitrogen and phosphorus and zinc concentration of the fruit, but young leaf nitrogen had a negative and significant correlation with phosphorus and zincof the fruit. Deira cultivar had the highest and Meshkat the lowest zinc concentration of the young leaves. Zinc plays a significant role in the function of enzymatic systems, synthesis of nucleic acids, protein and auxin metabolism. There was a positive correlation between phosphorus concentration in young leaves with phosphorus concentration in fruit and leaf starch, but there was a negative correlation with leaf and root protein concentration. The concentration of starch in the old leaves and roots increased and then decreased in the on-year until June. The concentration of root starch decreased slowly from June to November in off-year trees. The concentration of protein in old leaves and roots followed a double sigmoid curve, it decreased sharply until mid-July. From the mid-July to the end of August, the protein concentration of the old leaves slowly and strongly in old leaves and roots, respectively.

Conclusions

Considering the observed changes in the concentration of mineral elements in the leaves and fruits according to the fruit growth pattern, especially in the spring, soil application of nitrogen, phosphorus, and potassium in January (before flowering), foliar spraying of nitrogen, potassium, zinc, and boron in June (after fruit set) and nitrogen and potassium amendments in August (after endocarp hardening) is recommended for the olive orchards of the studied region.

Keywords

Alternative bearing, Fruit, Growth pattern, Plant nutrition.