Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Journal of Plant Production Research

Print ISSN: 2322-2050
Online ISSN: 2322-2778

Seasonal dynamics of nutrients in leaves of olive trees

Elahe Hatami[1], Shohreh Zivdar[*2], Noorollah Moallemi[3]

1. M.Sc. Graduate in Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: hatamieli7@gmail.com
2. Corresponding Author, Assistant Prof., Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: zivdar_s@scu.ac.ir
3. Professor, Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: moalleminoor@gmail.com

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 05.31.2024
Revised: 10.21.2024
Accepted: 09.24.2024

Keywords:
Leaf nutrients,
Olive,
Seasonal pattern

ABSTRACT

Background and Objectives: The amount of leaf nutrients is directly related to the growth of fruit trees and is known as an effective indicator in diagnosing the nutritional status of trees. Investigating the dynamics of nutrient elements is necessary to provide an effective program for fertilization of orchards and improving the efficiency of fertilizer application. The olive tree is economically very important due to its adaptability to different climates and the production of fruit and oil. Understanding the physiological aspects of olive tree nutrition requires sufficient knowledge in relation to the seasonal change of leaf nutrient content, while very few studies have investigated the seasonal variation of nutrients in olive cultivars. Based on this, in the current research, the seasonal dynamics of macronutrient and micronutrient concentration in the leaves of four olive cultivars were investigated during four seasons in Ahvaz weather conditions.

Materials and Methods: This research was conducted in the olive research orchard in Shahid Chamran University of Ahvaz, in a randomized complete block (RCB) design (repeated measures) with four replications. Leaf sampling was done during 2022, from one year old shoots on 20-year-old mature olive trees of Dezful, Koroneiki, Manzanilla and Kavi. In this study, the concentration of macronutrients (N, P and K) and micronutrients (Fe, Cu, B, Zn and Mn) were measured in olive leaves.

Results: The interaction of season and cultivar had a significant effect on the concentration of all macronutrients and the Mn. The nutritional status of the studied cultivars was optimal in terms of all elements except N. The difference in the seasonal dynamics pattern of N was evident for olive cultivars. The highest and lowest N concentration were recorded in the spring for Kavi and Manzanilla respectively. Olive cultivars showed the same and sinusoidal pattern in the change of P content during the seasons. The seasonal dynamics of K concentration, like P, had a similar pattern among cultivars, with the highest K concentration was recorded in spring and summer and the lowest in winter and autumn. The highest amount of Fe was recorded in spring (162.28 mg kg^{-1}), but compared to the amount of Fe in leaves in winter (143.06 mg kg^{-1}), there was a significant increase. The seasonal dynamics of Fe showed a sinusoidal pattern, so that the lowest Fe concentration recorded in winter and the highest in spring and autumn. Cu concentration significantly decreased from winter to spring and summer, and the highest concentration of Cu was recorded in winter (68.06

mg kg^{-1}). The seasonal pattern of Cu concentration showed that it was the lowest in spring and the highest in winter and autumn. The highest B concentration was in autumn (77.36 mg kg^{-1}). The seasonal pattern of B concentration showed an increasing trend over time. The amount of Zn decreased significantly from winter to spring and summer, and reached its highest concentration in the autumn, so that it increased by 33.80% compared to the summer. The seasonal pattern of Zn showed a decrease and then an increase during the year from winter to autumn. The highest and lowest concentrations of Mn was recorded in spring for Koroneiki and Kavi (72.68 and 38.10 mg kg^{-1}) respectively.

Conclusion: The results of this research showed that the effects of season was more important than other effects; Because the concentration changes of all elements were affected by the season. According to the results, the concentration of P, K and micronutrients was optimal, but the amount of N, especially in the growing seasons (spring and summer), was evaluated as less than optimal level, so the application of N-containing fertilizers is suggested before the beginning of the growing season.

Cite this article: Hatami, Elahe, Zivdar, Shohreh, Moallemi, Noorollah. 2025. Seasonal dynamics of nutrients in leaves of olive trees. *Journal of Plant Production Research*, 31 (4), 195-213.

© The Author(s).
DOI: 10.22069/JOPP.2024.22816.3191
Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۲۰۵۰
شاپا آنلاین: ۲۳۲۲-۲۷۷۸

دینامیک فصلی عناصر غذایی در برگ درختان زیتون

الهه حاتمی[۱]، شهره زیودار*[۲]، نوراله معلمی[۳]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: hatamieli7@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: zivdar_s@scu.ac.ir
۳. استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران. رایانامه: moalleminoor@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۱۱
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۷/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۳

واژه‌های کلیدی:
الگوی فصلی،
زیتون،
عناصر مغذی برگ

چکیده

سابقه و هدف: میزان مواد مغذی برگ با رشد درختان میوه ارتباط مستقیم دارد و به‌عنوان شاخصی مؤثر در تشخیص وضعیت تغذیه درختان میوه شناخته شده است. بررسی روند جذب و پویایی عناصر مغذی جهت ارائه برنامه مؤثر برای تغذیه باغ‌های میوه و بهبود کارایی کاربرد کودها ضروری است. درخت زیتون به‌دلیل سازگاری با مناطق آب و هوایی مختلف و تولید میوه و روغن، از نظر اقتصادی بسیار دارای اهمیت است. درک جنبه‌های فیزیولوژیکی تغذیه درختان زیتون نیاز به دانش کافی در ارتباط با بررسی تغییر فصلی محتوای عناصر غذایی برگ دارد درحالی‌که تاکنون مطالعات بسیار کمی تنوع فصلی مواد مغذی را در ارقام زیتون بررسی نموده‌اند. بر این اساس در پژوهش حاضر دینامیک (پویایی) فصلی غلظت عناصر درشت مغذی و ریزمغذی برگ چهار رقم زیتون طی چهار فصل در شرایط آب و هوایی اهواز مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: این پژوهش در باغ تحقیقاتی زیتون دانشگاه شهید چمران اهواز در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به روش اندازه‌گیری تکراری با چهار تکرار انجام شد. نمونه‌برداری طی زمستان ۱۴۰۰ تا پاییز ۱۴۰۱ از بخش میانی شاخه‌های یکساله و برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته و بالغ درختان ۲۰ ساله ارقام دزفول، کرونیکی، مانزانیلا و کاوی انجام شد و میزان غلظت عناصر درشت مغذی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و عناصر ریزمغذی آهن، مس، بور، روی و منگنز مورد سنجش قرار گرفت، سپس روند تغییرات فصلی غلظت عناصر مذکور مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: اثر متقابل فصل و رقم بر غلظت عناصر درشت مغذی و نیز منگنز معنی‌دار بود. ارقام مورد مطالعه از نظر تمام عناصر به جز نیتروژن در وضعیت بهینه قرار داشتند. تفاوت در الگوی پویایی فصلی نیتروژن برای ارقام مختلف مشهود بود. بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت نیتروژن در

فصل بهار به ترتیب برای ارقام کاوی و مانزانیلا ثبت شد. ارقام زیتون الگوی یکسان و سینوسی (اوج غلظت فسفر در زمستان و تابستان) را از لحاظ دینامیک فصلی فسفر نشان دادند. تغییرات پتاسیم نیز دارای الگوی مشابهی بود، با این تفاوت که بیش‌ترین غلظت پتاسیم در بهار و تابستان و کم‌ترین آن در زمستان و پاییز ثبت شد. بیش‌ترین غلظت آهن در بهار (۱۶۲/۲۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) ثبت شد که نسبت به زمستان (۱۴۳/۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، افزایش داشت. دینامیک فصلی آهن از الگوی سینوسی پیروی کرد و کم‌ترین غلظت آهن در زمستان و بیش‌ترین آن در بهار و پاییز ثبت شد. غلظت مس از زمستان به سمت بهار و تابستان کاهش معنی‌دار یافت و در زمستان (۶۸/۰۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به بیش‌ترین میزان رسید. الگوی دینامیک فصلی مس در بهار کم‌ترین مقدار و در زمستان و پاییز بیش‌ترین را نشان داد. بیش‌ترین غلظت بور در پاییز (۷۷/۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به ثبت رسید و الگوی دینامیک فصلی بور روند افزایشی را طی زمان نشان داد. غلظت عنصر روی از زمستان به سمت بهار و تابستان کاهش یافت ولی در پاییز به بیش‌ترین غلظت خود رسید و نسبت به تابستان ۳۳/۸۰ درصد افزایش نشان داد. الگوی دینامیک فصلی روی از زمستان تا پاییز کاهش و سپس افزایش داشت. غلظت منگنز ارقام کاوی، مانزانیلا و دزفول از زمستان تا بهار کاهش یافت و در تابستان به حداکثر رسید و در پاییز مجدداً روند کاهشی نشان داد. بیش‌ترین و کم‌ترین غلظت منگنز در فصل بهار به ترتیب برای کرونایکی و کاوی (۷۲/۶۸ و ۳۸/۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) ثبت شد.

نتیجه‌گیری: اثر فصل بر روند تغییرات غلظت عناصر مهم‌تر از اثر رقم ارزیابی شد و تغییرات غلظت همه عناصر تحت‌تأثیر فصل قرار گرفت. هم‌چنین غلظت فسفر، پتاسیم و عناصر ریزمغذی در حد بهینه ارزیابی شدند، اما نیتروژن به‌ویژه در فصل رشد کم‌تر از حد بهینه بود، بنابراین مصرف کودهای حاوی نیتروژن قبل از شروع فصل رشد پیشنهاد می‌شود.

استناد: حاتمی، الهه، زیودار، شهره، معلمی، نوراله (۱۴۰۳). دینامیک فصلی عناصر غذایی در برگ درختان زیتون. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۳۱ (۴)، ۲۱۳-۱۹۵.

DOI: 10.22069/JOPP.2024.22816.3191

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

© نویسندگان.

مقدمه

برگ‌ها مخزن مواد مغذی برای درختان و هم‌چنین محل اصلی فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه مانند فتوسنتز، تنفس، تعرق و تبادل گازها هستند (۱). غلظت مواد مغذی برگ ارتباط زیادی با رشد درخت دارد و به‌عنوان شاخصی مؤثر در تشخیص وضعیت تغذیه درختان میوه و مواد مغذی شناخته شده است که برای فعالیت‌های حیاتی گیاه ضروری هستند (۲).

پویایی و جذب مجدد عناصر یا مواد مغذی عبارت از حرکت آن‌ها از اندام های بالغ یا پیر به بافت‌های در حال رشد جدید یا بخش‌های ذخیره‌ای گیاه است (۳). حرکت مواد مغذی در داخل تاج درخت و طی زمان برای به حداکثر رساندن رشد بهینه درخت گزارش شده (٤) و عمدتاً با در دسترس بودن مواد مغذی خاک تعیین می‌شود (۵). پویایی و حرکت مواد مغذی جذب شده در تاج گیاه به عوامل متعددی مانند دریافت نور، ساختار تاج و تراکم کاشت بستگی دارد (۱).

در مطالعات متعددی به تغییرات غلظت مواد مغذی برگ درختان پرداخته شده است. برگ‌ها جایگاه اصلی مواد مغذی درختان است و جابجایی و جذب مجدد مواد مغذی از برگ‌ها بیش‌تر از شاخه‌ها، ساقه‌ها یا ریشه‌ها است (٦). بیش از ٦۰ درصد از مواد مغذی برگی می توانند دوباره جذب یا جابجا شوند (۷ و ۸). این فرآیندها برای ذخیره و تعادل مواد مغذی مهم هستند و می‌توانند کارایی مصرف مواد مغذی و رشد گیاه را بهبود بخشند (۹).

محتوای عناصر در بافت‌های گیاه در طول فصل رشد با توجه به نیازهای فیزیولوژیکی درخت و تحرک عناصر متفاوت است. عناصر متحرک مانند N، P و K در سایر بخش‌های درخت توزیع می‌شوند، در حالی‌که Zn و Cu که تحرک کم‌تری دارند و عناصر غیرمتحرک مانند Ca و Mn بیش‌تر انباشته می‌شوند (۱۰). تغییرات فصلی در غلظت مواد مغذی برگ عمدتاً به‌دلیل سن برگ، مرحله فنولوژیکی گیاه و فصل رخ می‌دهد. تغییرات فصلی در غلظت عناصر غذایی برگی تحت شرایط خاص آب و هوایی به خوبی نشان داده شده است که توسط پویایی فصلی در رشد درخت، شرایط آب و هوایی و جابجایی مجدد یا جذب مواد مغذی القا می‌شوند (۹).

بررسی تغییرات روند جذب و پویایی عناصر، برای بهبود کارایی استفاده از مواد غذایی و ارائه پیشنهادات در مورد کوددهی و سایر عملیات باغداری مانند آبیاری، هرس و... ضروری است.

زیتون درختی همیشه سبز با نام علمی *Olea europaea*، از خانواده Oleaceae و از قدیمی‌ترین گیاهان منطقه مدیترانه و به‌ویژه خاورمیانه است (۱۱). درخت زیتون به‌دلیل مقاومت به کم‌آبی و سازگاری با خاک‌های کم‌بازده و فقیر و تولید محصول باارزش، از نظر اقتصادی بسیار دارای اهمیت است. رشد و عملکرد درخت زیتون بستگی به دسترسی به مواد مغذی دارد (۱۲). الگوی فصلی جذب و تقسیم عناصر مغذی یکی از مؤلفه‌های اساسی مدیریت تغذیه در باغ‌های میوه است (۱۳). مطالعات بسیار کمی تنوع فصلی مواد مغذی را در ارقام زیتون بررسی نموده‌اند (١٤). با این‌حال، رابطه بین تغییرات فصلی عناصر برگ و در دسترس بودن عناصر غذایی خاک نشان داده است که جذب عناصر غذایی در طول ماه‌های سرد زمستان به‌دلیل فعالیت کم درخت کاهش می‌یابد. زمان مناسب برای نمونه‌برداری از برگ برای تعیین محتوای عناصر معدنی هنوز مشخص نیست. پیشنهاد شده است که در نیم‌کره شمالی تجزیه و تحلیل برگ باید در تیرماه با استفاده از برگ‌های کاملاً بالغ و رشد فصل جاری انجام شود. از سوی دیگر، تجزیه و تحلیل برگ‌های پاییزی برای تصمیم‌گیری در مورد کوددهی زمستانه راحت‌تر است (۱۵).

در ایران نیز بسیاری از مطالعات در منطقه در ارتباط با اثر کاربرد عناصر مغذی بر رشد و نمو درخت، خصوصیات کمی و کیفی میوه و روغن زیتون در ارقام مختلف گزارش شده است، اما در مورد تغییرات میزان و غلظت عناصر طی فصول مختلف پژوهشی انجام نشده است. تجزیه و تحلیل عمیق جنبه‌های فیزیولوژیکی تغذیه درخت نیاز به دانش کافی در ارتباط با تغییر فصلی محتوای عناصر غذایی برگ دارد و پایش فصلی غلظت عناصر غذایی برگ برای طیف وسیعی از ارقام ضروری است. بر این اساس مطالعه حاضر به ارزیابی فصلی تغییرات برخی عناصر درشت‌مغذی و ریزمغذی در تعدادی از ارقام زیتون پرداخته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در باغ تحقیقاتی زیتون در دانشگاه شهید چمران اهواز، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به روش اندازه‌گیری تکراری در چهار تکرار، از زمستان ۱٤۰۰ تا پاییز ۱٤۰۱ روی برگ درختان ۲۰ ساله چهار رقم زیتون (دزفول، کرونایکی، مانزانیلا و کاوی) صورت گرفت. بر اساس آمار هواشناسی بلندمدت ۵۰ ساله، شهر اهواز با داشتن دمای میانگین حداقل ۷ درجه سلسیوس در دی‌ماه، متوسط ۲۳/۲ درجه سلسیوس و حداکثر ٤٦/۲ درجه سلسیوس در تیرماه و متوسط بارندگی سالیانه ۲۷۰ میلی‌متر، از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود. فاصله کاشت درختان بین ردیف ۵ متر و روی ردیف ۵ متر بود. درختان هفته‌ای یک‌بار آبیاری شدند و تغذیه باغ با کاربرد ۵۰۰ گرم نیتروژن (اوره)، ۱۵۰ گرم فسفر (سوپرفسفات) و ۳۵۰ گرم پتاسیم (سولفات پتاسیم) برای هر درخت انجام شد. عملیات باغداری شامل آبیاری، دفع علف‌های هرز و سایر عملیات باغ برای همه تکرارها به‌طور یکسان اجرا شد.

برای بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، قبل از شروع پژوهش از چهار نقطه خاک باغ در عمق‌های ۳۰-۰، ٦۰-۳۰ و ۹۰-٦۰ سانتی‌متر، نمونه‌های تصادفی برداشت و پس از آنالیز، بافت خاک، شنی لومی ارزیابی شد. سایر نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

در این آزمایش، روند فصلی تغییرات عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر ریزمغذی آهن، مس، بور، روی و منگنز در برگ چهار رقم زیتون طی چهار فصل اندازه‌گیری شد. نمونه‌گیری از بخش میانی شاخه‌های یک‌ساله و برگ‌های کاملاً توسعه‌یافته و بالغ صورت گرفت. تعداد ۱۰ شاخه با قطر یکسان در جهات مختلف و در ارتفاع یکسان از سطح زمین در هر درخت علامت‌گذاری و در نیمه فصل زمستان، بهار، تابستان و پاییز نمونه‌های برگ بالغ تهیه شد.

برگ‌ها شستشو و در خشک‌کن با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به‌مدت ٤۸ ساعت خشک و برای تعیین غلظت عناصر مغذی به روش‌های زیر مورد استفاده قرار گرفتند برای تعیین غلظت نیتروژن برگ پس از هضم با اسیدسولفوریک از روش کجلدال (۱٦) استفاده شد. پتاسیم به روش نشر شعله‌ای (۱۷)، فسفر با روش کالریمتری (رنگ زرد مولیبدات وانادات) (۱۸) و آهن، منگنز، بور، روی و مس به روش جذب اتمی شعله‌ای (۱۹) سنجش شدند. پس از جمع‌آوری اطلاعات، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد استفاده شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک باغ زیتون.

Table 1. Physicochemical properties of olive orchard.

عمق (cm)	ازت کل Total N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	ماده آلی OM (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS\ m^{-1}$)
0-30	0.086	12.9	296.4	1.47	7.90	1.6
30-60	0.074	11.9	189.6	1.03	7.81	1.73
60-90	0.055	12.1	158.4	0.85	7.93	2.09

نتایج و بحث

نیتروژن: تجزیه واریانس اثرات درون‌گروهی نیتروژن، فسفر و پتاسیم در جدول ۲ نشان داده شده است. میزان نیتروژن به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اثر متقابل فصل و رقم در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت. داده‌ها نشان داد که میزان نیتروژن تحت‌تأثیر اثر فصل نیز قرار گرفت ($P\leq$۵ درصد) و میانگین غلظت نیتروژن در زمستان بیش‌تر از سایر فصول بود. در بین چهار رقم، کرونایکی نسبت به بقیه ارقام، افزایش معنی‌داری در میزان نیتروژن در فصل پاییز داشت. رقم کرونایکی در فصل پاییز دارای بیش‌ترین میزان نیتروژن بود (۱/۸۷ درصد) و افزایش ٤۲/۷ درصد نسبت به فصل تابستان نشان داد. کم‌ترین میزان نیتروژن در بین همه ارقام در رقم دزفول در فصل تابستان (۰/۸۳ درصد) به‌دست آمد (جدول ۳). هم‌چنین نتایج نشان‌دهنده تفاوت در الگوی دینامیک فصلی نیتروژن برای ارقام مختلف زیتون بود. دو رقم کاوی و مانزانیلا الگویی کاملاً متفاوت را در تغییرات میزان نیتروژن طی فصول نشان دادند، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان غلظت نیتروژن برای رقم کاوی در بهار ثبت شد در حالی‌که رقم مانزانیلا کم‌ترین میزان نیتروژن را در این فصل داشت. رقم کرونایکی و دزفولی روند مشابهی را نشان دادند و کم‌ترین میزان نیتروژن را در تابستان داشتند. به‌نظر می‌رسد در فصل بهار و تابستان با توجه به رشد گل و میوه زیتون مصرف نیتروژن در بخش زایشی بیش‌تر می‌شود و نیتروژن از برگ به گل‌ها و میوه‌ها منتقل شده و مقدار آن در برگ‌ها در فصول رشد کاهش می‌یابد. بررسی سایر پژوهش‌ها نشان می‌دهد گیاهان بر حسب وزن دارای حدود ۲ درصد نیتروژن هستند. محدوده بهینه نیتروژن برای زیتون ۱/۵ تا ۲/۵ درصد است (۲۰). طبق نتایج به‌دست آمده میزان نیتروژن در همه ارقام مورد بررسی در این آزمایش در تمام فصول، کم‌تر از حد بهینه بود به‌طوری‌که تنها بیش‌ترین مقدار نیتروژن در رقم کرونایکی در فصل پاییز (۱/۸۷ درصد) بیش‌تر از حداقل حد بهینه (۱/۵ درصد) بود. بنابر نتایج به‌دست آمده نیاز به کاربرد نیتروژن در شروع فصل رشد (اواخر فصل زمستان و ابتدای بهار) ضروری به‌نظر می‌رسد. در آزمایشی دیگر نیز مقدار عنصر نیتروژن برگ درخت زیتون در مرداد به حداقل رسید و پس از آن رو به افزایش رفت (۲۱). نتایج دینامیک فصلی غلظت عناصر غذایی درختان زردآلو نیز نشان داد، غلظت نیتروژن در دوره رشد رویشی کاهش یافت (۲۲). غلظت نیتروژن در تمام دوره رشد و نمو گل و میوه، در حال کاهش بود. این نتیجه ثابت می‌کند که نیتروژن موجود در برگ‌ها و ساقه‌ها به مصرف می‌رسند تا نمو گل و میوه که محل مصرف قوی برای عناصر مغذی هستند، انجام شود. نیتروژن عنصری معدنی است که کمبود آن سبب خسارت قابل‌توجه به فتوسنتز می‌شود، زیرا بخش عمده

نیتروژن برگ در اندام‌های فتوسنتزی هستند و کمبود نیتروژن بر بسیاری از فعالیت‌ها از جمله متابولیسم قند و یا تقسیم کربوهیدرات بین بافت‌های منبع و محل مصرف، اثر دارد (۲۳). گزارش شده است که میزان نیتروژن برگ عاملی مهم در تعیین میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ است و رابطه‌ای خطی در درختان میوه هسته‌دار بین مقدار نیتروژن برگ و فتوسنتز وجود دارد و با افزایش مقدار نیتروژن برگ میزان فتوسنتز نیز افزایش می‌یابد وکمبود نیتروژن سبب کاهش محتوای پروتئین و کلروفیل در واحد سطح می‌شود و فتوسنتز را کاهش می‌دهد (۲٤). نیتروژن به‌دلیل نقش ساختاری سبب افزایش رشد رویشی می‌شود و تعداد و سطح برگ را افزایش می‌دهد (۲۵).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر رقم و فصل به روش اندازه‌گیری تکراری بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ زیتون.

Table 2. Variance analysis the effect of cultivar and season (repeated measure) on N, P and K of olive leaves.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS		
		نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K
اثرات درون‌گروهی Within-subjects effects				
فصل Season	3	0.220*	0.424**	3.179**
فصل × بلوک Season × Block	9	0.060	0.025	0.105*
فصل × رقم Season × Cultivar	9	0.224**	0.020*	0.646**
خطا Error	27	0.051	0.008	0.067
اثرات بین‌گروهی Between-subjects effects				
بلوک Block	3	0.030 ns	0.006 ns	0.108 ns
رقم Cultivar	3	0. 302 ns	0.018 ns	0.691**
خطا Error	9	0.098	0.012	0.062

ns، * و ** عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

ns, * and ** represent non-significant and significant at the 5% and 1% probability level; respectively

جدول ۳- تغییرات فصلی غلظت نیتروژن (درصد) در برگ چهار رقم زیتون.

Table 3. Seasonal changes of N (%) concentration in the leaves of four olive cultivars.

فصل/ رقم Cultivar/ Season	کاوی Kavi	مانزانیلا Manzanilla	کرونایکی Koroneiki	دزفول Dezful
زمستان Winter	1.27^{bc}	1.36^{bc}	1.54^{ab}	1.53^{ab}
بهار Spring	1.41^{bc}	0.98^{cd}	1.56^{ab}	1.38^{bc}
تابستان Summer	1.15^{bcd}	1.36^{bc}	1.31^{bc}	0.83^{d}
پاییز Autumn	1.22^{bcd}	1.31^{bc}	1.87^{a}	1.08^{cd}

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at $P\leq0.05$ according to Duncan's. test

فسفر: اثر فصل در سطح ۱ درصد و اثر متقابل فصل و رقم در سطح ۵ درصد بر میزان غلظت فسفر برگ‌های زیتون معنی‌دار گردید (جدول ۲). غلظت فسفر برگ با گذشت زمان در فصل بهار به کم‌ترین میزان و در تابستان به بیش‌ترین میزان خود رسید. هم‌چنین بررسی اثر رقم نشان داد رقم کرونایکی دارای بیش‌ترین میزان فسفر بود که نسبت به رقم کاوی افزایش معنی‌داری (۲۲/۵۰ درصد) نشان داد. نتایج حاصل از اثرات متقابل رقم و فصل نشان داد میزان فسفر در همه ارقام در فصل بهار نسبت به زمستان کاهشی معنی‌دار داشت، به‌طوری‌که در بین ارقام، رقم کرونایکی در فصل زمستان دارای بیش‌ترین میزان فسفر (۱/۳۳ درصد) و رقم کاوی در فصل بهار دارای کم‌ترین میزان فسفر (۰/۵۱ درصد) بود (جدول ٤). بررسی دینامیک فصلی فسفر نشان داد همه ارقام مورد بررسی الگوی یکسانی را از نظر روند تغییر میزان فسفر طی فصول نشان دادند و الگوی سینوسی (پیک حداکثر غلظت فسفر در زمستان و تابستان) در همه ارقام مشهود بود. میزان فسفر گیاهان به میزان ۰/۳۲ درصد وزن خشک گیاه گزارش شده است (۲۰). بنابراین ارقام مورد بررسی از لحاظ فسفر در وضعیت تغذیه‌ای مطلوبی قرار دارند. فسفر عنصری است که بر فرایند فتوسنتز و نمو زایشی درختان اثر مثبت و نقشی ویژه در انتقال انرژی از طریق ترکیبات ذخیره‌کننده انرژی مانند آدنوزین مونو، دی و تری فسفات دارد. غلظت عناصر مغذی طی فصول مختلف سال طی پژوهشی ارزیابی و بیش‌ترین فسفر قابل‌استفاده و ماده آلی در فصل تابستان گزارش شد (۲٦).

در آزمایش‌های دیگر نیز گزارش‌هایی مبنی بر مقدار بالاتر فسفر در برگ درخت زیتون طی زمستان و پیش از فصل رشد در بهار (۱۰) اعلام شده است. کمبود فسفر منجر به کاهش تعداد برگ‌ها، اندازه و غلظت پروتئین‌ها و رنگدانه‌های برگ و سال‌آوری در درختان میوه می‌شود (۲۷، ۲۸، ۲۹ و ۳۰).

جدول ٤- تغییرات فصلی غلظت فسفر (درصد) در برگ چهار رقم زیتون.

Table 4. Seasonal changes of P (%) concentration in the leaves of four olive cultivars.

دزفول Dezful	کرونایکی Koroneiki	مانزانیلا Manzanilla	کاوی Kavi	فصل/ رقم Cultivar/ Season
1.00^{bc}	1.33^{a}	0.95^{cd}	1.02^{bc}	زمستان Winter
0.54^{f}	0.64^{ef}	0.53^{f}	0.51^{f}	بهار Spring
1.09^{abc}	1.22^{ab}	1.06^{bc}	1.03^{bc}	تابستان Summer
0.71^{def}	0.73^{def}	0.88^{cde}	0.62^{ef}	پاییز Autumn

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at $P\leq0.05$ according to Duncan's. test

پتاسیم: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس اثرات درون‌گروهی نشان داد که اثر فصل و اثر متقابل فصل و رقم در سطح ۱ درصد بر غلظت پتاسیم برگ‌های زیتون معنی‌دار شد. هم‌چنین اثرات بین‌گروهی نشان داد که اثر رقم در سطح ۱ درصد بر میزان پتاسیم معنی‌دار است (جدول ۲).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۵) نشان داد که میزان پتاسیم در فصل تابستان نسبت به بقیه فصل‌ها افزایش معنی‌داری داشت و با گذشت زمان و رسیدن به فصل پاییز به کم‌ترین میزان رسید. هم‌چنین اثر اصلی رقم نشان داد که بیش‌ترین میزان پتاسیم در ارقام مانزانیلا و کرونایکی به‌دست آمد. نتایج حاصل از برهمکنش اثرات فصل و رقم نشان داد که بیش‌ترین میزان پتاسیم در فصل تابستان و ارقام مانزانیلا و کرونایکی به‌دست آمد که در اغلب موارد نسبت به بقیه برهمکنش‌ها افزایش معنی‌داری داشت و کم‌ترین میزان پتاسیم در فصل پاییز و رقم کرونایکی و دزفول مشاهده گردید. گیاهان می‌توانند تا ۱/۹۵ درصد وزن خشک گیاه پتاسیم جمع‌آوری کنند و مقدار مناسب پتاسیم در گیاه زیتون بالاتر از ۰/۸ درصد وزن خشک است (۲۰). در این پژوهش، پتاسیم در فصل بهار بیش‌تر بوده و با گذشت زمان و رسیدن به فصل پاییز به کم‌ترین حد خود رسید. بیش‌ترین میزان پتاسیم در رقم کرونایکی و در فصل تابستان به‌دست آمد (۲/٦۲ درصد). دینامیک فصلی عنصر پتاسیم مانند عنصر فسفر از الگوی مشابهی در چهار رقم زیتون برخوردار بود به‌طوری‌که بیش‌ترین غلظت پتاسیم در بهار و تابستان و کم‌ترین آن در فصول زمستان و پاییز به ثبت رسید. در آزمایشی دیگر با پایان فصل رشد میزان پتاسیم در برگ‌های درخت زیتون رو به افول رفته و به کم‌ترین میزان خود در فصل پاییز رسید و در این فصل مقداری ثابت شد (۳۱). پتاسیم در فرایندهای مختلفی اثرگذار است از جمله سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها، ترکیبات نیتروژنه و پروتئین، فرایند باز و بسته شدن روزنه‌ها، بهبود کیفیت میوه، مقاومت به بیماری‌ها، تغییر در فتوسنتز و تنفس (۳۲) و به عنوان کوفاکتور در فعال‌شدن آنزیم‌ها نقش دارد و بیش از ۵۰ آنزیم توسط آن فعال می‌شوند (۳۳).

جدول ۵- تغییرات فصلی غلظت پتاسیم (درصد) در برگ چهار رقم زیتون.

Table 5. Seasonal changes of K (%) concentration in the leaves of four olive cultivars.

فصل/ رقم Cultivar/ Season	کاوی Kavi	مانزانیلا Manzanilla	کرونایکی Koroneiki	دزفول Dezful
زمستان Winter	1.54^{bc}	1.62^{bc}	1.56^{bc}	1.46^{bc}
بهار Spring	2.20^{abc}	2.18^{abc}	2.04^{abc}	2.33^{ab}
تابستان Summer	2.20^{abc}	2.96^{a}	2.62^{a}	2.35^{ab}
پاییز Autumn	1.47^{bc}	1.67^{bc}	1.37^{c}	1.34^{c}

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at $P \leq 0.05$ according to Duncan's. test

آهن: مطابق با نتایج تجزیه واریانس، اثر فصل بر میزان آهن برگ‌های زیتون معنی‌دار (جدول ٦)، اما اثر رقم و اثرات متقابل فصل و رقم بر میزان آهن برگ‌های زیتون معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بین اثرات اصلی فصل بیش‌ترین میزان آهن در فصل بهار (١٦٢/٢٨ میلی‌گرم بر کیلوگرم) که با میزان آهن در فصل پاییز تفاوت معنادار نداشت ولی نسبت به میزان آهن برگ در زمستان (١٤٣/٠٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم) افزایش معنی‌داری (١٣/٤٤ درصد) نشان داد. از لحاظ الگوی دینامیک فصلی آهن، الگوی سینوسی مشاهده شد به‌طوری‌که کم‌ترین غلظت آهن در زمستان و بیش‌ترین آن را در فصول بهار و پاییز ثبت شد. در آزمایشی دیگر هم تجمع آهن قبل از گلدهی افزایش یافت، پس از این مرحله یا به افزایش ادامه داد یا ثابت ماند (٣٤). اما در پژوهشی دیگر حداقل مقادیر غلظت آهن برگ زیتون را در دوره شهریور تا آبان یا در پایان اردیبهشت، در حالی‌که حداکثر مقادیر آن در تیر و مرداد گزارش کردند (٢٩). جذب عنصر ممکن است تحت‌تأثیر نوسانات دما، به‌ویژه بین تابستان و زمستان متفاوت باشد. علاوه‌بر این، حرکت و تجمع مواد مغذی به ژنوتیپ و رقم نیز بستگی دارد (٣٥). در این بررسی، غلظت آهن در کل دوره آزمایش برای همه ارقام بالاتر از ١٠٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. غلظت آهن برگ تمایل کلی به نوسان بین ١٤٠ تا ١٦٠ میلی‌گرم بر کیلوگرم داشت و حد بهینه را نشان داد. بر اساس منابع دیگر نیز غلظت آهن بافت گیاهی بین ٥٠٠-١٠٠ میلی‌گرم در کیلوگرم گزارش شده است (٢٠). آهن از جمله عناصر کم‌مصرف مؤثر در تشکیل جوانه گل است. این عنصر در ساخته‌شدن کلروفیل نقش داشته و در ساختمان کوآنزیم فرودوکسین وجود دارد. کوآنزیم در انتقال الکترون و اکسیداسیون و احیا در فتوسنتز و در کاهش نیتریت عمل مؤثر انجام می‌دهد. جذب آهن تحت کنترل فعالیت متابولیسمی گیاه است و تحت رقابت با منگنز، مس، پتاسیم و روی قرار می‌گیرد. آهن در فتوسنتز، تنفس، جذب و نیز در ساخت و تکوین کلروپلاست در گیاهان نقش دارد (٣٦).

مس: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثرات درون‌گروهی، اثرات فصل در سطح ۱ درصد بر میزان مس برگ‌های زیتون معنی‌دار بود (جدول ٦).

مقایسه میانگین داده‌های اثر فصل (جدول ۷) نشان داد که میزان مس تحت‌تأثیر اثر فصل قرار گرفت و با گذشت زمان از زمستان به بهار به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و در تابستان و پاییز مجدداً افزایش داشت.

از زمستان به‌سمت بهار و تابستان به‌طور معنی‌داری میزان عنصر مس کم شد و بیش‌ترین مقدار این عنصر در فصل زمستان (٦۸/۰٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم) ثبت شد. الگوی دینامیک فصلی غلظت مس نشان داد در بهار از کم‌ترین میزان و در فصول زمستان و پاییز از حداکثر مقدار برخوردار بود.

غلظت مس در بافت گیاه حدود ۱۰۰-۵ میلی‌گرم در کیلوگرم است (۲۰) و در مورد ارقام مورد بررسی در این پژوهش در حد مطلوبی برآورد شد. در آزمایشی دیگر میزان مس برگ‌های زیتون طی فصل رشد افزایش داشت (۳۱). مس بر بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان اثر دارد و نقش مهمی را در چرخه انتقال الکترون، متابولیسم پروتئین و کربوهیدرات، بیوسنتز کلروفیل و پلی فنل دارد و بر لیگنینی‌شدن دیواره‌های سلولی اثر دارد و بنابراین در توازن آبی در گیاهان مؤثر است. نقش اصلی عنصر مس در فرایند فتوسنتز تنظیم انتقال الکترون بین فتوسیستم I و فتوسیستم II و تأثیر آن بر بیوسنتز کلروفیل، کارتنوئید و لیپید است (۳۷). مس از جمله عناصر کم‌مصرف مؤثر بوده که در تشکیل جوانه گل مؤثر هستند و مطالعات هیستولوژیکی نشان داد که کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل مؤثر در افزایش گل‌های کامل درختان زیتون گردید. مس در گیاه تحرک کم دارد. تبادل کاتیونی به‌ویژه توسط هیدروژن برای جذب این عنصر مؤثر است. با افزایش pH خاک مقدار جذب مس کاهش می‌یابد. برای تنفس و متابولیسم کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها ضروری است. هم‌چنین در رنگ‌پذیری میوه‌ها و گل‌ها نقش دارد. وجود این عنصر در سیستم‌های آنزیمی اکسیداز-کاتالاز ضروری است (۳۸ و ۳۹).

بور: براساس یافته‌ها میزان بور به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اثرات اصلی فصل در سطح ۱ درصد قرار گرفت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۷) نشان داد میزان بور تحت‌تأثیر اثرات فصل، به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و با گذشت زمان از زمستان به پاییز به بیش‌ترین میزان خود رسید. بیش‌ترین غلظت بور در فصل پاییز بود (۷۷/۳٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم) که البته تفاوت معنادار با غلظت بور در فصل تابستان نداشت.

در واقع الگوی دینامیک فصلی غلظت بور نشان‌دهنده رابطه الگوی افزایشی طی زمان بود و در زمستان و بهار از کم‌ترین میزان و به سمت تابستان و پاییز روند افزایشی نشان داد. شاید بتوان کاهش میزان بور در برگ‌ها در اوایل فصل رشد را مربوط به حرکت این عنصر از برگ‌ها به گل و میوه برای تامین نیاز به عنصر بور در آن‌ها دانست. غلظت بور در گیاهان از ۱۰ تا ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر است (۲۰). حد بحرانی حداقل برای بور در گیاه، ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (٤۰) و دامنه تغییرات غلظت آن ۲-۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (٤۱) گزارش شده است. بنابراین میزان غلظت بور در پژوهش حاضر (۷۰-۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) از حدود بهینه برای ارقام زیتون مورد بررسی برخوردار بود. عنصر بور معمولاً در خاک‌های خشک و نیمه خشک کمبودی ندارد. بور گرچه عنصری کم‌مصرف است، اما کمبود آن در گیاهان باعث جلوگیری از توسعه ریشه از طریق

محدودکردن تقسیم سلولی در نواحی رشد نوک ریشه و کاهش توسعه برگ شده که ظرفیت فتوسنتزی را کاهش می‌دهد (٤٢). نقش عنصر بور در فرایند فتوسنتز انتقال مواد حاصل از فتوسنتز است (٤٣). در درختان زیتون مقادیر بالایی از کمپلکس بور–مانیتول تشکیل شده در آوند آبکش حرکت می‌کند و با حرکت در آوند آبکش به مناطق فعال محل مصرف مثل مریستم‌های رویشی و زایشی منتقل می‌شود. در شرایط کمبود بور رادیکال‌های آزاد اکسیژن انباشته شده و بر مقدار کلروفیل و کارتنوئیدها اثر تخریبی می‌گذارند (٤٤).

روی: یافته‌های حاصل از تجزیه واریانس اثرات درون‌گروهی نشان داد که اثر فصل در سطح ١ درصد بر میزان روی معنی‌دار بود (جدول ٦). هم‌چنین اثر رقم بر غلظت عنصر روی تاثیر معنی‌دار در سطح ١ درصد باقی گذاشت (شکل ١). داده‌های حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ٧) نشان داد که میزان روی تحت‌تأثیر فصل دچار تغییراتی شد و با گذشت زمان از زمستان به سمت بهار و تابستان به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد و در فصل پاییز به بیش‌ترین میزان خود رسید به‌طوری‌که نسبت به فصل تابستان افزایش ٣٣/٨٠ درصدی داشت. الگوی دینامیک فصلی روی نشان‌دهنده رابطه ابتدا کاهشی و سپس افزایشی در غلظت روی طی زمان و به سمت پاییز بود. در پژوهش‌های دیگر مربوط به تغییر فصلی میزان روی در درختان میوه نیز نشان داده شده که روی تمایل به ذخیره شدن در برگ‌ها در فصل رکود دارد و در فصول رشد نیز از میزان روی برگ کاسته شده و بیش‌تر برای تکامل رشد جوانه‌های رویشی و زایشی در جوانه‌ها و گره‌ها و میانگره‌ها ذخیره می‌شود (٤٥). پژوهش‌های انجام‌شده در درختان میوه نشان داده که در میان عناصر غذایی، سه عنصر نیتروژن، بور و روی بیش‌ترین تأثیر را بر تشکیل میوه دارند و نیاز به این عناصر در بعضی از مراحل فنولوژیکی گیاه مانند مرحله تشکیل میوه ضروری است (٤٦).

محدوده مناسب غلظت روی در گیاهان ١٠٠–٢٧ میلی‌گرم در کیلوگرم است (٢٠). بررسی‌ها نشان داد میزان روی از حد مناسبی در ارقام زیتون مورد مطالعه (٧٥–٥٦ میلی‌گرم بر کیلوگرم) برخوردار بود. عنصر روی در سیستم‌های مختلف آنزیمی برای تولید انرژی، سنتز پروتئین و تنظیم رشد لازم است. هم‌چنین در سنتز کلروفیل، ایندول استیک اسید و پروتئین شرکت دارد (٤٧ و ٤٨). روی نقش مهمی در فعالیت آنزیم‌های دهیدرژناز، پروتئیناز و تنظیم‌کننده‌های رشد دارد (٤٩). اگرچه نیاز گیاهان به روی اندک است، ولی اگر مقدار کافی از آن در دسترس نباشد، گیاهان از تنش‌های فیزیولوژیکی حاصل از ناکارایی سیستم‌های آنزیمی و دیگر اعمال متابولیکی مرتبط با روی رنج خواهند برد (٥٠).

جدول ٦- تجزیه واریانس اثر رقم و فصل به روش اندازه‌گیری تکراری بر عناصر ریزمغذی برگ زیتون.

Table 6. Variance analysis the effect of cultivar and season (repeated measure) on micronutrients of olive leaves.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS				
		آهن Fe	مس Cu	بور B	روی Zn	منگنز Mn
اثرات درون‌گروهی Within-subjects effects						
فصل Season	3	1183.226*	2528.937**	8606.236**	1345.946**	322.003**
فصل × بلوک Season × Block	9	298.995	464.487	61.505	207.572	36.407
فصل × رقم Season × Cultivar	9	363.759^{ns}	76.898^{ns}	76.325^{ns}	219.136^{ns}	554.782**
خطا Error	27	276.251	56.112	39.565	139.601	37.068
اثرات بین‌گروهی Between-subjects effects						
بلوک Block	3	371.816^{ns}	392.472*	53.09^{ns}	166.284^{ns}	29.775^{ns}
رقم Cultivar	3	598.779^{ns}	26.113^{ns}	77.212^{ns}	1349.669**	1146.446**
خطا Error	9	247.609	72.908	29.365	104.073	70.200

^{ns}، * و ** عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد

^{ns}, * and ** represent non-significant and significant at the 5% and 1% probability level; respectively

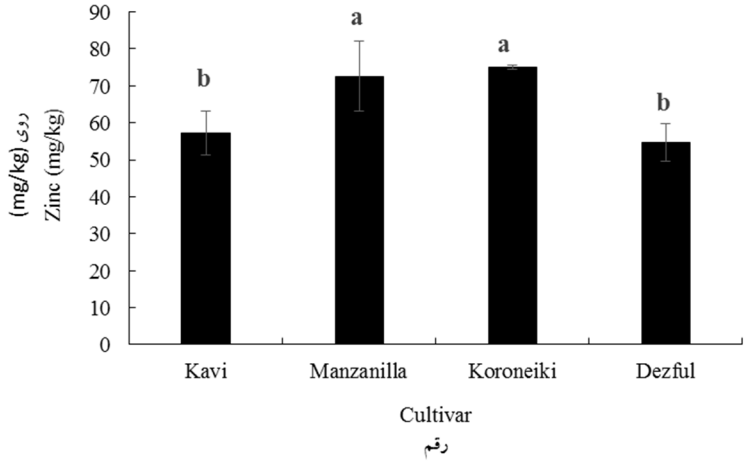
جدول ۷- تغییرات فصلی (اثر اصلی فصل) غلظت آهن، مس، بور و روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در برگ زیتون.

Table 7. Seasonal changes of Fe, Cu, B, Zn (mg. kg^{-1}) concentration in the olive leaves.

فصل/ریزمغذی Nutrients/ Season	آهن Fe	مس Cu	بور B	روی Zn
زمستان Winter	143.06^{c}	68.06^{a}	30.79^{bc}	65.74^{b}
بهار Spring	162.28^{a}	40.60^{c}	42.62^{b}	63.09^{b}
تابستان Summer	151.85^{b}	57.58^{b}	66.19^{a}	56.16^{c}
پاییز Autumn	161.09^{a}	66.37^{a}	70.36^{a}	75.15^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test



شکل ۱- اثر رقم بر غلظت عنصر روی در برگ درختان زیتون.

Fig. 1. The effect of cultivar on Zn concentration in olive tree leaves.

منگنز: میزان منگنز به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اثرات اصلی فصل، رقم و اثرات متقابل فصل و رقم در سطح معناداری ۱ درصد قرار گرفت (جدول ٦).

نتایج اثرات برهمکنش رقم و فصل و الگوی دینامیک فصلی غلظت منگنز در ارقام مختلف نشان داد، غلظت منگنز در رقم کاوی، مانزانیلا و دزفولی با گذشت زمان در زمستان به‌سمت بهار کاهش یافت ولی در فصل تابستان به حداکثر میزان غلظت رسید و در پاییز مجدداً روند کاهشی داشت. در حالی‌که الگوی تغییرات فصلی غلظت منگنز در مورد رقم کرونایکی متفاوت بود و با روند افزایشی جزئی (غیرمعنادار) از زمستان به بهار ادامه داشت و در تابستان به‌ویژه پاییز کاهش معنادار نشان داد. در این پژوهش، بیش‌ترین میزان منگنز در فصل بهار و رقم کرونایکی (۷۲/٦۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم‌ترین میزان منگنز در فصل بهار و رقم کاوی (۳۸/۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به ثبت رسید (جدول ۸). غلظت مناسب منگنز در گیاهان در محدوده ۳۰۰-۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم است (۲۰) و محدوده بحرانی برای گیاهان ۳۰-۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (٤۰) گزارش شده است. بنابراین میزان منگنز از حد مناسبی برای ارقام زیتون برخوردار بود. در آزمایشی دیگر در مورد تغییرات فصلی منگنز درختان زیتون نیز میزان منگنز در طول آزمایش بسیار نوسان داشت. حداکثر غلظت منگنز در ماه فروردین (٤٤/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و کم‌ترین آن در خرداد و تیر (۱۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود. رقم "کالامون" بیش‌ترین غلظت منگنز برگ (٤۷/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و رقم "ماستوئید" کم‌ترین (۹/ ۱٦میلی‌گرم بر کیلوگرم) را نشان داد. جذب عنصر ممکن است تحت‌تأثیر نوسانات دما، به‌ویژه بین تابستان و زمستان متفاوت باشد. علاوه بر این، تجمع مواد مغذی به ژنوتیپ و رقم نیز بستگی دارد (۳۵).

منگنز نقش اساسی در فرآیندهای گیاهی از جمله فعال‌کردن سیستم‌های آنزیمی دهیدروژناز، دکربوکسیلاز، کیناز، پراکسیداز و فسفوترانسفراز دارد (۵۱) و در فعال‌کردن دو آنزیم کلیدی فتوسنتز شامل ریبولوز بیس فسفات کربوکسیلاز و فسفواینول پیروات کربوکسیلاز دخیل است (۵۲ و ۵۳).

منگنز از طریق شرکت در واکنش‌های انتقال الکترون، فتوسنتز و گلدهی و تولید کلروفیل باعث افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه می‌شود (٤۹).

جدول ۸- تغییرات فصلی غلظت منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در برگ چهار رقم زیتون.

Table 8. Seasonal changes of Mn (mg. kg^{-1}) concentration in the leaves of four olive cultivars.

فصل/رقم Cultivar/ Season	کاوی Kavi	مانزانیلا Manzanilla	کرونایکی Koroneiki	دزفول Dezful
زمستان Winter	54.50^{d}	51.62^{de}	70.40^{ab}	59.70^{bcd}
بهار Spring	38.10^{f}	41.48^{ef}	72.68^{a}	52.14^{de}
تابستان Summer	58.74^{cd}	70.02^{abc}	64.44^{abcd}	68.58^{abc}
پاییز Autumn	58.51^{cd}	58.53^{cd}	59.86^{bcd}	53.60^{d}

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means followed by the same letter(s) are not significantly different at P≤0.05 according to Duncan's test

نتیجه‌گیری

نتایج بررسی‌های این پژوهش نشان داد از میان اثرات فصل، رقم و اثرات برهمکنش فصل و رقم، اثر فصل مهم‌تر از سایر اثرات می‌باشد؛ زیرا روند تغییرات غلظت تمام عناصر از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، مس، روی، بور و منگنز تحت‌تأثیر فصل قرار گرفت. اثر رقم بر غلظت پتاسیم، روی و منگنز معنادار شد. هم‌چنین برهمکنش فصل و رقم بر غلظت تمام عناصر درشت‌مغذی و نیز ریزمغذی منگنز اثر معنادار داشت.

غلظت فسفر، پتاسیم و عناصر ریزمغذی درحد بهینه، اما میزان نیتروژن به‌ویژه در فصول رشد بهار و تابستان، کم‌تر از حد بهینه ارزیابی شد، بنابراین کاربرد کودهای حاوی نیتروژن با توجه به الگوی دینامیک فصلی این عنصر پیش از شروع فصل رشد پیشنهاد می‌شود. هم‌چنین با توجه به روند تغییرات فصلی برای هر عنصر طی سال می‌توان در صورت نیاز به مصرف عنصر و یا بروز کمبود با توجه به الگوی دینامیک فصلی هر عنصر برای هر رقم خاص، زمان بهینه برای کاربرد کودهای حاوی عناصر مغذی را پیشنهاد داد.

سپاسگزاری

این پژوهش با اعتبار پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شده است و بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

1. Uria-Diez, J., & Pommerening, A. (2017). Crown plasticity in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) as a strategy of adaptation to competition and environmental factors. *Ecological Modelling,* 356, 117-126.
2. Lu, Z., Xie , K., Pan, Y., Ren, T., Lu, J., Wang, M., Shen, O., & Guo, S. (2019). Potassium mediates coordination of leaf photosynthesis and hydraulic conductance by modifications of leaf anatomy. *Plant, Cell & Environment*, 42 (7), 2231-2244.
3. You, C., Wu, F., Yang, W., Xu, Z., Tan, B., Zhang, L., Yue, K., Ni, X., Li, H., Chang, C., & Fu, C. (2018). Does foliar nutrient resorption regulate the coupled

relationship between nitrogen and phosphorus in plant leaves in response to nitrogen deposition? S*cience of the Total Environment*, 645, 733-742.
4. Kobayashi, H., Inoue, S., & Gyokusen, K. (2010). Spatial and temporal variations in the photosynthesis-nitrogen relationship in a Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) canopy. *Photosynthetica*, 48, 249-256.
5. Fitter, A. H., & Hay, R. K. (2012). Environmental physiology of plants. Academic press, New York. 358 p.
6. Brant, A. N., & Chen, H. Y. H. (2015). Patterns and mechanisms of nutrient resorption in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34, 471-486.
7. Freschet, G. T., Cornelissen, J. H. C., Van Logtestijn, R. S. P., & Aerts, R. (2010). Substantial nutrient resorption from leaves, stems and roots in a subarctic flora: what is the link with other resource economics traits? *New Phytology*, 188, 879-889.
8. Vergutz, L., Manzoni, S., Porporato, A., Novais, R. F., & Jackson, R. B. (2012). Global resorption efficiencies and concentrations of carbon and nutrients in leaves of terrestrial plants. *Ecological Monographs*, 82 (2), 205-220.
9. Heras, J. D. L., Hernandez-Tecles, E. J., & Moya, D. (2017). Seasonal nutrient retranslocation in reforested *Pinus halepensis* Mill. stands in Southeast Spain. *New Forests*, 48, 397-413.
10. Hrdlicka, P., & Kula, E. (2024). Element contents and their seasonal dynamics in leaves of alder *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. Environmental Monitoring and Assessment, 196, Article 224.
11. Ozturk, M., Altay, V., Gonenç, T. M., Unal, B. T., Efe, R., Akçiçek, E., & Bukhari, A. (2021). An overview of olive cultivation in Turkey: Botanical features, eco-physiology and phytochemical aspects. *Agronomy*, 11 (2), 295.
12. Zipori, I., Erel, R., Yermiyahu, U., Ben-Gal, A., & Dag, A. (2020). Sustainable management of olive orchard nutrition: A Review. *Agriculture*, 10 (1), 1-21.
13. Therios, I. (2009). Olives. In: Crop Production Science in Horticulture. CABI Publishing, Wallingford, UK.
14. Martinez-Navarro, M. E., Cebrian-Tarancon, C., Alonso, G. L., & Salinas, M. R. (2021). Determination of the variability of bioactive compounds and minerals in olive leaf along an agronomic cycle. *Agronomy*, 11, 2447, 1-13.
15. Fernandez-Escobar, R. (2019). Olive nutritional status and tolerance to biotic and abiotic stresses. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1-7. Article 1151.
16. Rossi, A. M., Villarreal, M., Juarez, M. D., & Samman, N. C. (2004). Nitrogen contents in food: A comparison between the kejeldahl and hach methods. *Journal of Argentine chemical Society*, 92, 99-108.
17. Houba, V. J. G., Lee, J., Novozamsky, I., & Walinga, I. (1988). Soil and plant analysis, a series of syllabi 2 Plant Analysis, procedures; 3 Soil Analysis, procedures. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Agriculture University of Wageningen, Netherlands.
18. Chapman, H. D., & Pratt, P. F. (1961). Methods of analysis for soils, plants and waters. Priced Publication 4034. Division of Agriculture Sciences. University of California, Berkeley, 5-350.
19. Elmer, P., & Conn, N. (1982). Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin Elmer, Norwalk, CT.
20. Tabatabaei, S. J. (2013). Principles of mineral nutrition of plants. First Edition, Tabriz University Press. [In Persian]
21. Fernandez-Escobar, R., Moreno, R., & Sanchez-Zamora, M. A. (2004) Nitrogen dynamics in the olive bearing shoot. *HortScience*, 39, 1406-1411.
22. Milosevic, T., Milosevic, N., & Glisic, I. (2013). Agronomic properties and nutritional status of plum trees (*Prunus domestica* L.) influenced by different cultivars. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 13 (3), 706-714.

23. Scheible, W. R., Morcuende, R., Czechowski, T., Fritz, C., Osuna, D., Palacios-Rojas, N., Schindelasch, D., Thimm, O., Udvardi, M. K., & Stitt, M. (2004). Genome-wide reprogramming of primary and secondary metabolism, protein synthesis, cellular growth processes, and the regulatory infrastructure of Arabidopsis in response to nitrogen. *Plant Physiology*, 136, 2483-2499.
24. Nobrega, J. S., Bezerra, A. C., Silva Ribeiro, J. E., Silva, E. C., Silva, T. L., Costa, R. N. M., Silva, A. V., Lopes, A. S., & Dias, T. J. (2021). Growth and gas exchange of purple basil submitted to salinity and foliar nitrogen fertilization. *Journal of Plant Nutrition*, 44, 2729-2738.
25. Rahimikhoob, H., Sohrabi, T., & Delshad, M. (2020). Development of a critical nitrogen dilution curve for basil (*Ocimum basilicum* L.) under greenhouse conditions. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20, 881-891.
26. Bijayalaxmi, D. N., & Yadava, P. S. (2006). Seasonal dynamics in soil microbial biomass C, N and P in a mixed forest ecosystem of Manipour, North-east India. *Applied Soil Ecology*, 31, 220-227.
27. Baninasab, B., Rahemi, M., & Shariatmadari, H. (2007). Seasonal changes in mineral content of different organs in the alternate bearing of pistachio trees. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38, 241-258.
28. Chatzistathis, T., Therios, I., Alifragis, D., & Dimassi, K. (2010). Effect of sampling time and soil type on Mn, Fe, Zn, Ca, Mg, K and P concentrations of olive (*Olea europaea* L., cv. 'Koroneiki') leaves. *Scientia Horticulture*, 126, 291-296.
29. Chatzistathis, T., Therios, I., Patakas, A., & Gianakoula, A. (2006). The influence of manganese nutrition on the photosynthetic rate, transpiration, stomatal conductance and chlorophyll fluorescence of two olive cultivars. *In Proceedings of the 2nd International Seminar Olive biotechnology*. pp. 5-10.
30. Kotur, S. C., & Murthy, S. V. K. (2016). Nutrient dynamics of annual growth-flush in mango (*Mangifera indica* L.). *Journal of Horticultural Sciences*, 5 (1), 75-77.
31. Fernandez-Escobar, R., Sanchez-Zamora, M. A., Garcia-Novelo, J. M., & Molina-Soria, C. (2015). Nutrient removal from olive trees by fruit yield and pruning. *HortScience*, 50, 1-5.
32. Muhammad, I., Shalmani, A., Ali, M., Yang, Q. H., Ahmad, H., & Li, F. B. (2021). Mechanisms regulating the dynamics of photosynthesis under abiotic stresses. *Frontiers in Plant Science*, 11, 2310.
33. Amtmann, A., & Rubio, F. (2012). Potassium in plants. Chichester: eLS: *John Wiley & Sons*, Ltd.
34. Bouranis, D. L., Kitsaki, C. K., Cgorianopoulou, S. N., Alvalakis, G., & Drossopoulos, J. B. (1999). Nutritional dynamics of olive trees flowers. *Journal of Plant Nutrition*, 22, 245-257.
35. Manolikaki, I., Digalaki, N., Psarras, G., Tzerakis, C., Sergentani, C., Papamanolioudaki, A., Tul, S., & Koubouris, G. (2022). Seasonal variation of leaf Ca, Fe, and Mn concentration in six olive varieties. *International Journal of Plant Biology*, 13, 95-105.
36. Wang, T., Kang, Y., Zhong, M., Zhang, L., Chai, X., Jiang, X., & Yang, X. (2022). Effects of iron deficiency stress on plant growth and quality in flowering Chinese cabbage and its adaptive response. *Agronomy*, 12, 875.
37. Droppa, M., & Horvath, G. (2013). The role of copper in photosynthesis. *Plant Sciences*. 9 (2), 11-123.
38. Erel, R., Yermiyahu, U., Ben-Gal, A., Dag, A., Shapira, O., & Schwartz, A. (2015). Modification of non-stomatal limitation and photoprotection due to K and Na nutrition of olive trees. *Journal of Plant Physiology*, 177, 1-10.

39. Erel, R., Yermiyahu, U., Van Opstal, J., Ben-Gal, A., Schwartz, A., & Dag, A. (2013). The importance of olive (*Olea europaea* L.) tree nutritional status on its productivity. *Scientia Horticulturae*, 159, 8-18.
40. Katyal, J. C., & Rattan, R. K. (2003). Secondary and micronutrients: Research gaps and future needs. *Fertilizer News*, 48 (4), 9-14.
41. Singh, M. V., & Bahera, S. K. (2007). Issues and srategies deficiencies in developing customized fertilizers for enhancing crop production, In*: Proceeding national seminar on customized fertilizer. IISS, Bhopal.*
42. Guidong, L., Cuncang, J., & Yunhua, W. (2011). Distribution of boron and its forms in young ‘‘Newhall’’navel orange (*Citrus sinensis* Osb.) plants grafted on two rootstocks in response to deficient and excessive boron. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 57, 93-104.
43. Ahmed, A. A. A. M., Dawood, Z. A., & Khalid, W. K. (2020). Role of boron and calcium on growth, flowering and yield of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch) var. Liberation D'Orleans. Middle *East Journal Agriculture Reseach*. 9 (1), 130-133.
44. Liakopoulos, G., Stavrianokou, S., Filippou, M., Fasseas, C., Tsadilas, C., Drossopoulos, I., & Karabourniotis, G. (2005). Boron remobilization at low boron supply in olive (*Olea europaea*) in relation to leaf and phloem mannitol concentrations. *Tree Physiology*, 25, 157-166.
45. Xie, R., Zhao, J., Lu, L., Brown, P., Lin, X., Webb, S. M., & Ge, J. (2020). Seasonal Zinc Storage and a Strategy for Its Use in Buds of fruit trees. *Plant Physiology*, 183 (3), 1200-1212.
46. Shaaban, M. M. (2010). Role of boron in plant nutrition and human health. *American Journal of Plant Physiology*, 5 (5), 224-240.
47. Hassegawa, R. H., Fonseca, H., Fancelli, A. L., da Silva, V. N., Schammass, E. A., Reis, T. A., & Correa, B. (2008). Influence of macro-and micronutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. *Food Control*, 19 (1), 36-43.
48. Mukhopadhyay, M., Das, A., Subba, P., Bantawa, P., Sarkar, B., Ghosh, P. D., & Mondal, T. K. (2013). Structural, physiological and biochemical profiling of tea plantlets (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) under zinc stress. *Biologia Plantarum*, 57, 474-480.
49. Malakoti, M. J., & Tehrani, M. M. (1999). Effects of micronutrients on the yield and quality of agricultural products. Tarbiat Modarres University Publications, Tehran. P. 292.
50. Baybordi, A., & Mamedov, G. (2010). Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 2 (1), 94-103.
51. Taiz, L., & Zeiger, E. (2006). Plant Physiology. 6nd ed. Sinauer Associates Inc., publishers, Sunderland, Massachusetts. USA.
52. Hopkins, W. G., & Huner, N. P. A. (2008). Introduction to plant physiology. (4th Ed.). John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
53. Jalili Marandi, R. (2013). Fruit cultivation. Seventh Edition, Jihad University Publishing, Urmia. [In Persian]