Research Article

Agricultural Engineering., 47(4) (2024) 491-510 ISSN (P): 2588-526X

DOI: 10.22055/agen.2024.47849.1741. ISSN (E): 2588-5944

Seasonal changes in nutrients of three date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties in Ahvaz weather conditions

F. Forouzesh Fard[1], Sh. Zivdar[2*], E. Khaleghi[3] and E. Shabani[4]

1. M.Sc. Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. *Corresponding Author: Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (zivdar_s@scu.ac.ir)
3. Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Received: 24 August 2024 Accepted: 17 October 2024 *Corresponding Author: zivdar_s@scu.ac.ir

Abstract

Introduction: One of the important aspects of nutrition physiology in fruit trees is the study of seasonal changes in leaf elements, because the seasonal pattern of absorption and distribution of nutrient elements is very important in estimating the fertilizer requirement of fruit orchards. The movement of nutrients in fruit crops has been reported a lot, and the plants' need for a specific element is influenced by a specific growth stage in the plant. Research has shown that nutrient accumulation occurs as a continuous process throughout the growing season. In plants, the change process of elements is different in the seasons. By examining the dynamics of elements during different seasons and having the necessary information about these changes, it is possible to examine the relationship between the demand for nutrients during the periods of vegetative and reproductive growth. In Iran, many research on the nutritional requirements of different commercial fruit cultivars and the dynamics of nutrients in fruit trees during the growing season has been done. But, in the case of dates, despite the relative diversity regarding the cultivars of this plant and Iran's presence in the international competitive markets, there was no report on measuring the dynamics of nutrient elements during the seasons. This study was carried out in order to evaluate the seasonal changes in concentration of some macronutrients and micronutrients nutrients in the leaves of three date varieties.

Materials and Methods: This research was conducted in the date palm research garden in the Shahid Chamran University of Ahvaz (Iran) in a randomized complete block design with four replications, during 2022 on the leaves of ten years old date palm cultivars (Berhi, Estamaran, and Zahedi). In this experiment, the trend of seasonal changes in macro nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium and calcium) and micro

© 2024 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

nutrients (iron, copper, boron, zinc and manganese) concentration, were investigated throughout the four seasons. The data was statistically analyzed using SAS 9.1 statistical software, and Duncan's test was used to compare the average data at the level of one and five percent.

Results and Discussion: The results showed that the seasons have a significant effect on the concentration of the elements except nitrogen and manganese. Also, the interaction of season and cultivar had a significant effect on the concentration of all nutrients. In terms of macronutrients, Berhi cultivar had a better condition, especially during the growing season (spring and summer). The highest difference in terms of element concentration was observed between the winter and growth seasons for the date cultivars. The minimum concentration of nitrogen (0.94%) was for Zahedi cultivar in spring and winter and the maximum concentration was 2.01% for Barhi (winter). Phosphorus concentration was recorded from the lowest (0.13%) in winter and spring to the highest (0.36%) in summer for Barhi. The range of potassium changes ranged from 1.01% (Estamaran cultivar, autumn) to 1.18% (Zahedi, winter). The seasonal changes in calcium concentration was recorded between 0.76 and 0.92%. Also, the range of changes in iron concentration during the year was from 65 to 130 mg/kg and during the growing season to mid-summer from 87 to 117 mg/kg. Based on the results, leaf iron concentration was estimated to be less than optimal in all seasons. Also the concentration of nitrogen, potassium and copper in leaves decreased during the growth season, especially in summer, and can be due to the consumption of these elements for reproductive growth.

Conclusion: The concentration of nutrition in plants depends on the interaction of several factors including soil, plant species, climate, growth stages, plant production and management and the interaction of elements during absorption. The successful growth of plants and trees requires suitable soil and the presence of sufficient amounts of usable elements and the relationship between them, among which nitrogen, phosphorus and potassium elements are among the main essential elements required by the plant.

The results showed that there is a significant seasonal variation in macronutrients and micronutrients in three date varieties. Also, different seasonal changes patterns were observed among cultivars regarding elements. In such a way, potassium and calcium are more stable than nitrogen and phosphorus during different seasons of the year. Macronutrients (phosphorus and calcium) and micronutrients (zinc, boron and manganese) were at the optimal level. But, the amount of nitrogen, potassium, iron and copper was evaluated as less than the optimal level, which is suggested the use of fertilizers containing the mentioned elements at the end of winter.

Keywords: Nutrient dynamics, macronutrients, micronutrients

مهندسی زراعی (مجله علمی کشاورزی) جلد ۴۷ شماره۴، زمستان ۱۴۰۳

مقاله پژوهشی

بررسی روند تغییرات فصلی عناصر غذایی سه رقم خرما در شرایط آب و هوایی اهواز

فاطمه فروزش فرد[۱]، شهره زیودار[۲*]، اسمعیل خالقی[۳] و ادریس شعبانی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد میوه کاری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز ، اهواز، ایران
۲- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز ، اهواز، ایران
۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز ، اهواز، ایران
۴- استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز ، اهواز، ایران

تاریخچه مقاله

دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۳

پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۷/۲۶

کلمات کلیدی:

پویایی عنصر،

عناصر پرمصرف،

عناصر کم مصرف

* عهده دار مکاتبات

Email: zivdar_s@scu.ac.ir

چکیده

در این پژوهش روند تغییر غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، آهن، مس، بور، روی و منگنز در برگ سه رقم خرما (برحی، استعمران و زاهدی) طی چهار فصل (زمستان ۱۴۰۰ تا پاییز ۱۴۰۱) مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در باغ تحقیقاتی خرما واقع در دانشگاه شهید چمران اهواز، در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. نتایج نشان داد فصل بر غلظت عناصر به جز نیتروژن و منگنز اثرگذار هست. برهمکنش فصل و رقم بر غلظت نیتروژن در سطح پنج درصد و بر غلظت سایر عناصر در سطح یک درصد اثر معنی‌دار داشت. رقم برحی از لحاظ عناصر پرمصرف به ویژه طی فصول رشد (بهار و تابستان) از وضعیت تغذیه مناسب‌تری برخوردار بود. بیشترین تفاوت غلظت عناصر، بین فصل زمستان با فصول رشد بهار و تابستان مشاهده شد. حداقل نیتروژن (۰/۹۴ درصد) برای رقم زاهدی در بهار و زمستان و حداکثر ۲/۰۱ درصد برای رقم برحی (زمستان) متغیر بود. غلظت فسفر از کمترین حد (۰/۱۳ درصد) در زمستان و بهار تا بیشترین (۰/۳۶ درصد) در تابستان برای رقم برحی ثبت شد. دامنه تغییرات پتاسیم از ۱/۰۱ درصد (استعمران، پاییز) تا ۱/۱۸ درصد (زاهدی، زمستان) متغیر بود. دامنه تغییرات غلظت کلسیم بین ۰/۷۶ تا ۰/۹۲ درصد ثبت شد. همچنین دامنه تغییرات غلظت آهن طی سال از ۶۵ تا ۱۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و طی فصل رشد تا نیمه تابستان از ۸۷ تا ۱۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر بود. بر اساس نتایج، علاوه بر آهن، که در تمام فصول کمتر از حد بهینه برآورد شد، غلظت نیتروژن، پتاسیم و مس در طی فصل رشد به ویژه تابستان کاهش یافت که می‌تواند به دلیل مصرف این عناصر برای رشد زایشی باشد. سه رقم خرما تنوع قابل توجهی در غلظت عناصر پرمصرف و کم مصرف نشان دادند و الگوی متفاوتی در تغییرات فصلی غلظت عناصر بین ارقام ثبت شد، به طوریکه عناصر پتاسیم و کلسیم نسبت به نیتروژن و فسفر تغییرات کمتری را طی فصول نشان دادند. غلظت

فسفر،کلسیم، بور و منگنز درحد بهینه، اما نیتروژن، پتاسیم، آهن و مس کمتر از بهینه ارزیابی شدند، بنابراین کاربرد کودهای حاوی عناصر مذکور پیش از شروع بهار و در اواخر زمستان پیشنهاد می‌شود.

مقدمه

از جنبه‌های مهم فیزیولوژی تغذیه در درختان میوه، مطالعه درباره تغییرات فصلی میزان عناصر برگ است، زیرا الگوی فصلی جذب و توزیع عناصر مغذی در تخمین نیاز کودی باغ های میوه بسیار با اهمیت است (۳۴). گردش عناصر مغذی در محصولات میوه‌ای بسیار گزارش شده است و نیاز گیاهان به یک عنصر خاص، تحت تأثیر مرحله رشدی خاص در گیاه قرار دارد. تحقیقات نشان داده است تجمع مواد مغذی به عنوان یک فرایند مداوم در طول فصل رشد رخ می‌دهد (۲۴). در گیاهان روند تغییرات عناصر مختلف در فصول سال متفاوت است (۱). همچنین تحت تأثیر فصل بودن، دارای اجزای ژنتیکی (۳۳) است و به گونه‌ها و ارقام گیاهی بستگی دارد (۳) و با بررسی دینامیک عناصر طی فصول مختلف و داشتن اطلاعات لازم درباره این تغییرات، می‌توان رابطه میان تقاضای عناصر غذایی طی دوره‌های رشد رویشی و زایشی را مورد بررسی قرار داد (۱۰) و محصولی با کیفیت و کمیت مطلوب به دست آورد، همچنین هماهنگی بین دوره و میزان مصرف کود به هنگام تقاضای مواد مغذی توسط گیاه، باعث عملکرد حداکثر و افزایش کارایی مصرف مواد مغذی می شود. در درختان میوه وضعیت باردهی تأثیر قابل توجهی بر محتوای فسفر و پتاسیم برگ و ساقه دارد، زیرا میوه‌ها می‌توانند به‌عنوان مخزن‌های بسیار قوی برای پتاسیم و فسفر عمل کنند. بنابراین، در طول مدت باردهی، سطوح پتاسیم و فسفر در برگ‌ها کاهش می یابد (۲۹). میوه می‌تواند کلسیم را در مراحل اولیه رشد جذب کند، در حالیکه نرخ جذب سایر عناصر پرمصرف ممکن است در طول رشد میوه افزایش یابد (۸). تغییراتی که در تغذیه مواد معدنی گیاهان رخ می دهد، بسته به مرحله رشد گیاه و پاسخ آنها به عوامل محیطی، می‌تواند توسط متابولیسم آنها تحریک شود (۱۶). پرورش‌دهندگان تجاری میوه‌ها، سعی می‌کنند کوددهی را بر اساس میزان توصیه شده هر عنصر با در نظر گرفتن سایر عناصر حاصل از تجزیه و تحلیل خاک و مواد مغذی برگ، برنامه‌ریزی کنند (۷). در برخی تحقیقات تغییرات فصلی عناصر مغذی گیاهان مورد بررسی قرار گرفته است و نشان می‌دهد عناصر پرمصرف در زمستان کاهش و عناصر کم‌مصرف افزایش می‌یابند (۳۵). علاوه بر این، سطوح عناصر مغذی در برگ گیاهان مختلف در طول فصل رشد و در بین ارقام آن‌ها متفاوت است (۴)، بنابراین حتی استاندارد زمان نمونه‌برداری برای توصیه کود برای گیاهان مختلف ایجاد شده است (۳۹).

خرما درختی همیشه سبز با نام علمی *Phoenix dactylifera* ، بومی مناطق نیمه گرمسیری (۲۰) از محصولات عمده کشاورزی ایران و یکی از منابع مهم تحصیل ارز برای کشور است که اهمیت آن، هم به دلیل صادرات و نیز ارزش غذایی بالا و محصولات متنوع دیگری است که از آن به دست می‌آید. تغذیه مناسب در نخلستان‌ها نقش مهمی در افزایش عملکرد و کیفیت میوه و نیز مقاومت در برابر بیماری ها و آفات دارد. در ایران، در زمینه نیاز تغذیه-ای ارقام مختلف میوه‌های تجاری، تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته است و بسیاری از مطالعات دینامیک مواد مغذی در درختان میوه را طی فصل رشد گزارش کرده‌اند، اما در مورد خرما، علیرغم تنوع نسبتا بالای ارقام این گیاه و همچنین حضور ایران در بازارهای رقابتی بین الملل، گزارشی مبنی بر سنجش دینامیک عناصر مغذی طی فصول سال مشاهده نشد. در تحقیق پیش رو به ارزیابی فصلی غلظت برخی عناصر پرمصرف و کم مصرف در برگ سه رقم خرما پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در باغ تحقیقاتی خرما در دانشگاه شهید چمران اهواز، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به

روش اندازه‌گیری تکراری در چهار تکرار از زمستان ۱۴۰۰ تا پاییز ۱۴۰۱ بر روی برگ نخل‌های ۱۰ ساله سه رقم خرمای تجاری انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل رقم (برحی، استعمران و زاهدی) و فصل (زمستان، بهار، تابستان و پاییز) بودند. هر بلوک یا تکرار شامل ۳ نخل برای هر رقم (۱۲ نخل برای هر رقم) و در مجموع ۳۶ نخل مورد بررسی قرار گرفتند. فاصله نخل‌ها بین و روی ردیف، ۸ متر بود. درختان هفته‌ای یک‌بار آبیاری شدند و تغذیه نخلستان با کاربرد ۵۰۰ گرم نیتروژن (اوره)، ۲۵۰ گرم فسفر (سوپرفسفات) و ۵۰۰ گرم پتاسیم (سولفات پتاسیم) برای هر نخل انجام شد. همزمان با شروع آزمایشات، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، از ۳ نقطه خاک نخلستان، در عمق ۳۰ و ۶۰ سانتی‌متر، نمونه‌برداری تصادفی و به صورت مرکب انجام شد و مورد سنجش قرار گرفت. نتایج این سنجش در جدول ۱ ارائه شده است. در این آزمایش، روند فصلی تغییرات عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم و همچنین عناصر کم مصرف آهن، مس، بور، روی و منگنز در برگ ارقام خرمای برحی، استعمران و زاهدی طی چهار فصل اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها در میانه هر فصل از برگچه‌های میانی برگ‌های کاملا توسعه یافته و بالغ تهیه شد (۵ و۳۱). برگچه‌ها شستشو و در خشک‌کن با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت خشک و برای تعیین غلظت عناصر مغذی به روش‌های زیر استفاده شدند. اندازه‌گیری عناصر پرمصرف بر حسب درصد وزن خشک، نیتروژن به روش کجلدال پس از هضم با اسیدسولفوریک (۲۲)، پتاسیم به روش نشر شعله‌ای (۱۹)، فسفر با روش کالریمتری (رنگ زرد مولیبدات وانادات) (۹)، کلسیم به روش جذب اتمی (۱۹) و عناصر کم مصرف (آهن، منگنز، بور، روی و مس) به روش جذب اتمی شعله‌ای (۱۳) صورت گرفت و بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک برگ گزارش شد. 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 چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک و پنج درصد استفاده شد.

جدول (۱) خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table (1) Physicochemical properties of soil

عمق	شن	سیلت	رس	بافت	کربن آلی	ماده آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی
(cm)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	Texture	OC (%)	OM (%)	pH	EC (dS m^{-1})
0-30	72	18	10	SL	0.702	1.21	7.83	2.6
30-60	79	13	8	LS	0.156	0.268	7.86	2.23

عمق(cm)	ازت کل	فسفرقابل جذب	پتاسیم قابل جذب	منیزیم قابل جذب	آهن قابل جذب	منگنز قابل جذب	روی قابل جذب	مس قابل جذب	کلسیم قابل جذب
	Total N	P_{ava}	K_{ava}	Mg_{ava}	Fe_{ava}	Mn_{ava}	Zn_{ava}	Cu_{ava}	Ca_{ava}
0-60	%	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$	$mg.kg^{-1}$
	0.07	12	132	340	7.5	8.3	1.6	0.52	2700

نتایج و بحث

نیتروژن

نتایج نشان داد برهمکنش فصل و رقم در سطح احتمال پنج درصد بر غلظت نیتروژن برگ خرما تاثیر معنی‌دار می‌گذارد (جدول ۲). مقادیر نیتروژن برگ برای رقم برحی و استعمران از الگوی فصلی مشابهی برخوردار بود و میزان نیتروژن برگ در فصول زمستان و بهار بیشتر و در تابستان با روند کاهشی ادامه پیدا کرد و سپس به ثبات نسبی در پاییز رسید. در حالی‌که رقم زاهدی الگوی متفاوتی را در مورد غلظت نیتروژن برگ نشان داد و طی فصول سال ثبات بیشتری را نشان داد و از مقادیر بالاتری در تابستان و پاییز نسبت به زمستان و بهار برخوردار بود. بیشترین غلظت نیتروژن برگ در فصل زمستان و در رقم برحی ثبت شد (۲/۰۱ درصد) که با میزان نیتروژن در بهار در همین رقم تفاوت معنی‌داری نداشت، اما به گونه‌ای معنی‌دار از میزان نیتروژن در سایر ارقام و فصول بیشتر بود (شکل ۱). حداقل نیتروژن برگ (۰/۹۴– ۱/۰۱ درصد) در رقم زاهدی در بهار و زمستان و حداکثر آن تا ۲/۰۱ درصد در رقم برحی (زمستان) متغیر بود. با توجه به دامنه تغییرات غلظت نیتروژن برگ در ارقام مورد بررسی (۱/۲۹ – ۱/۱۶ درصد) در نیمه فصل تابستان که ملاک تشخیص حد بهینه عناصر در نظر گرفته می‌شود و همچنین مقایسه با سایر تحقیقات (۳۰ و ۳۱) در مورد غلظت مناسب نیتروژن در برگ خرما (دامنه ۱/۷–۱ درصد) نیاز به کاربرد نیتروژن در شروع فصل رشد (اواخر زمستان و ابتدای بهار در منطقه اهواز) ضروری به نظر می رسد. میزان نیتروژن برگ خرما توسط محققان دیگر ۱/۵ درصد (۳۱) و یا ۱/۲۲ تا ۱/۷۲ درصد (۳۰) برآورد کردند. همچنین حد بهینه نیتروژن برگ ۱/۷۱ —۱/۱۷ درصد و با میانگین ۱/۵۸ درصد (۵)، ۱/۳–۰/۸ درصد (۲۳)، و ۲/۴ — ۲/۱ درصد(۲۶)، برای ارقام مختلف نخل خرما گزارش شده است. عوامل مختلف نظیر منطقه مورد بررسی، اقلیم، خاک، رقم، مرحله رشد، مدیریت محصول از جمله عوامل مؤثر تفاوت‌های موجود میان عناصر در کارهای تحقیقاتی مختلف گزارش شده است. نیتروژن از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده اسیدهای آمینه، پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک و آنزیم‌هاست و نقش مهم در فیزیولوژی گیاه، رشد رویشی، تشکیل کلروفیل و تولید دانه و میوه دارد (۲۸). بررسی روند تغییرات غلظت عنصر نیتروژن برگ در مراحل مختلف رشد و نمو خرما نشان داد میزان نیتروژن با شروع فصل رشد از بهار تا تابستان و پاییز کاهش پیدا می‌کند. بنابرآنچه گفته شد، در فصل تابستان با توجه به رشد میوه خرما مصرف نیتروژن در میوه بیشتر می‌شود و نیتروژن از برگ به میوه‌ها منتقل شده و مقدار آن در برگ‌ها در تابستان کاهش می‌یابد. با افزایش دمای خاک در اواخر زمستان و لزوم جذب نیتروژن جهت رشد رویشی در بهار مقادیر این عناصر در زمستان در برگ‌ها به حداکثر میزان خود می‌رسد. در افزایش جذب این عناصر در اواخر زمستان عواملی همچون دما، رطوبت و میزان تهویه خاک دخیل هستند (۲). از طرفی گیاهان در فصل تابستان با وجود گرمای هوا تمهیداتی را دارد و با تنظیم میزان تعرق، حرکت و انتقال بیشتر عناصر غذایی پرتحرک همچون نیتروژن را در پی دارد (۶).

فسفر

اثر فصل، رقم و اثر فصل و رقم در سطح احتمال یک درصد بر میزان فسفر برگ خرما معنی‌دار شد (جدول۲)، اگرچه حداکثر مقادیر فسفر برگ با دو پیک برای ارقام برحی و استعمران (به ترتیب به میزان ۰/۳۶ و ۰/۲۸ درصد) در فصل تابستان ثبت شد و مانند نیتروژن الگوی تغییرات فصلی فسفر برای این دو رقم مشابه بود، با این حال حداکثر غلظت فسفر برگ در فصل تابستان ثبت شد. همچنین رقم زاهدی الگوی متفاوتی را در مورد غلظت فسفر برگ نشان داد و در فصول زمستان و بهار از کمترین میزان و در تابستان و به ویژه پاییز از مقادیر بالاتری برخوردار بود (شکل ۲). دوره رشد و نمو میوه خرما از زمان گرده‌افشانی و تشکیل میوه (فروردین و اردیبهشت) شروع و تا ۶ ماه (آخر تابستان و ابتدای پاییز) بسته به نوع رقم ادامه می‌یابد (۴۴). به طوری‌که میوه رسیده رقم برحی در شهریور، میوه رقم نیمه خشک استعمران در اواخر شهریور و میوه رقم خشک زاهدی در اواخر شهریور و ابتدای مهر برداشت می‌شوند.

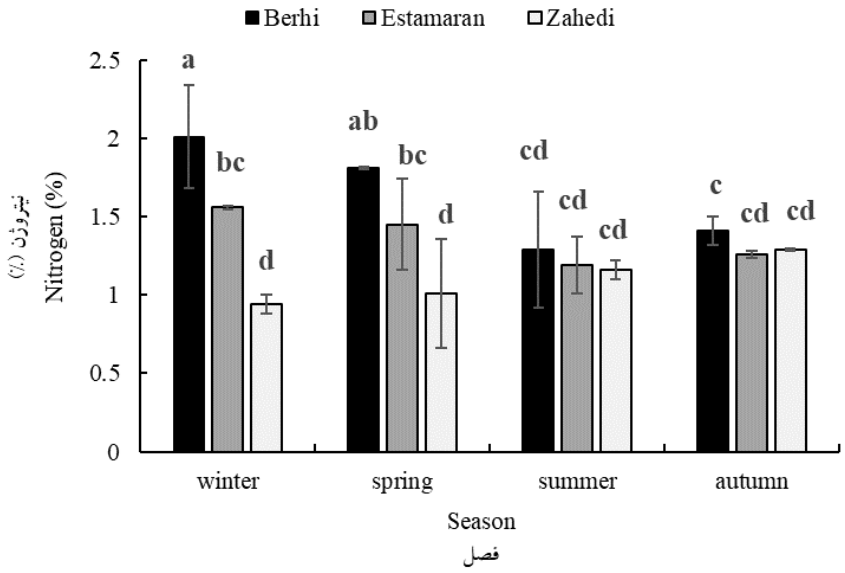
جدول (۲) تجزیه واریانس اثر رقم و فصل به روش اندازه‌گیری تکراری بر عناصر پرمصرف برگ خرما

Table (2) Variance analysis of the effect of cultivar and season (repeated measure) on macronutrients of date palm leaf

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	نیتروژنN	فسفرP	پتاسیم K	کلسیمCa
Within-subjects effects اثرات درون گروهی					
فصل Season	3	0.19^{ns}	0.03^{**}	0.01^{**}	0.01^{*}
فصل× بلوک Block ×Season	9	0.03^{ns}	0.01^{*}	0.01^{*}	0.01^{ns}
فصل× رقم Cultivar × Season	6	0.24^{*}	0.01^{**}	0.01^{**}	0.01^{**}
Between-subjects effects اثرات بین گروهی					
بلوک Block	3	0.01^{ns}	0.01^{*}	0.01^{ns}	0.01^{ns}
رقم Cultivar	2	1.13^{**}	0.02^{**}	0.01^{**}	0.01^{ns}
خطا Error	6	0.06	0.01	0.01	0.01

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

*and ** indicate significant at 5 and 1 probability levels respectively



شکل (۱) تغییرات فصلی غلظت نیتروژن در برگ سه رقم خرما

Figure (1) Seasonal changes of nitrogen concentration in the leaves of three date cultivars

اندازه‌گیری‌ها در این آزمایش در نیمه هر فصل یعنی بهمن، اردیبهشت، مرداد و آبان صورت گرفت. بنابراین هنگام اندازه‌گیری مرداد میوه‌ها هنوز در مرحله رطب بوده و در فاصله تکمیل رشد و نمو، طی تابستان تا ابتدای پاییز هنوز محل سینک و جذب قوی برای مواد مغذی هستند. در نمودار تغییرات فسفر (شکل ۲) مشاهده می‌شود، میزان فسفر برگ در پاییز در ارقام استعمران و برحی کمتر شده است، به همین دلیل برگ‌ها هنوز در تابستان حد بالایی از عنصر فسفر را دارند و قسمت عمده آن را طی مراحل رسیدن کامل از نیمه تابستان تا ابتدای پاییز به میوه‌ها منتقل می‌کنند. در رقم زاهدی که کاملا خشک است و میوه آن دیرتر (در پاییز) از رقم برحی و استعمران (در شهریور) به مرحله برداشت می‌رسد، فسفر روندی متفاوت را نشان داده است و احتمالا به این دلیل است که انتقال آهن تا مراحل تکمیل رشد میوه (پاییز) همچنان ادامه دارد، به طوریکه در نمودار نیز مشاهده می‌شود در پاییز کاهش آهن برگ در رقم زاهدی رخ داده است. از طرفی احتمال دارد با توجه به اینکه فسفر از عناصر با تحرک خوب در گیاه است و همچنین جریان تبخیر و تعرق نیز باعث افزایش تحرک مواد در آوندها می‌شود، همچنان‌که میزان فسفر بیشتری به سمت برگ‌ها هدایت و جذب شده است، مقدار بیشتری هم نسبت به فصول قبل از برگ‌ها به سمت خوشه‌های میوه منتقل شده باشد، به‌طوری‌که هم جذب برگ‌ها و هم جذب میوه‌ها بر اساس تقاضای منبع- مخزن در تابستان بیشتر بوده است. در این پژوهش غلظت فسفر از کمترین میزان (۰/۱۳ درصد) در زمستان و بهار تا بیشترین مقدار (۰/۳۶ درصد) در برگ نخل خرما در تابستان و برای رقم برحی ثبت شد. در پژوهشهای دیگر میزان فسفر با میانگین ۰/۱ درصد (۳۱)، ۰/۱- ۰/۰۵ درصد (۲۳)، ۰/۳۴- ۰/۲۲ درصد (۲۶)و ۰/۰۸-۰/۰۷ درصد (۵) ثبت شده است. با توجه به بررسی میزان غلظت فسفر ارقام خرما در فصل تابستان، حداقل غلظت فسفر بین سه رقم مورد بررسی برای رقم زاهدی به میزان ۰/۱۸ درصد و رقم استعمران ۰/۲۸ درصد و رقم برحی ۰/۳۶ درصد ثبت شد. بنابراین ارقام مورد بررسی به ویژه رقم برحی و استعمران به لحاظ فسفر در وضعیت تغذیه‌ای مناسبی قرار دارند. فسفر از نامحلول‌ترین و کم‌تحرک‌ترین عناصر خاک است که بر تنظیم فتوسنتز و توسعه اندام‌های زایشی تاثیر مثبتی دارد. فسفر نقش مهمی را در واکنش‌های انتقال انرژی با آدنوزین تری فسفات دارد. فسفر مقاومت روزنه را کاهش داده دی اکسیدکربن داخلی را افزایش می‌دهد و از دست دهی آب طی تعرق را پایین می‌آورد. میزان مواد غذایی خاک در فصول مختلف سال طی تحقیقی در هند، ارزیابی و بیشترین فسفر قابل استفاده و ماده آلی در فصل تابستان به دلیل افزایش فعالیت میکروبی خاک اعلام شد (۶).

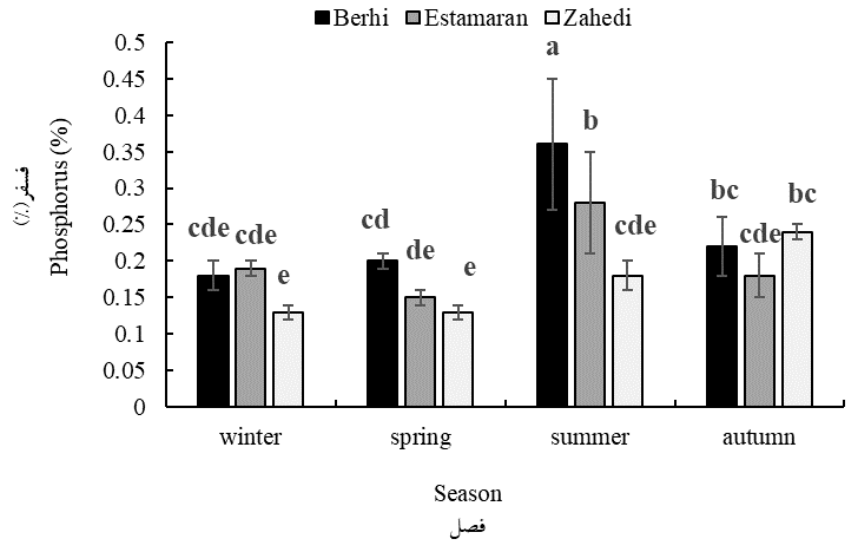
پتاسیم

اثر فصل، رقم و اثر فصل و رقم بر میزان پتاسیم (در سطح احتمال یک درصد) معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین میزان پتاسیم در فصل زمستان و در رقم زاهدی مشاهده شد (۱/۱۸ درصد) که به طور معنی‌داری از میزان پتاسیم در سایر ارقام و فصول بیشتر بود. نتایج نشان داد وضعیت پتاسیم از تغییرات کمتری هم بین ارقام و هم بین فصول برخوردار بود (شکل ۳). دامنه تغییرات پتاسیم از ۱/۰۱ درصد (استعمران در پاییز) تا ۱/۱۸ درصد (زاهدی در زمستان) متغیر بود. دامنه تغییرات پتاسیم ارقام مختلف خرما ۱/۹۸- ۱/۶ درصد (۲۶)، ۰/۲۷- ۰/۲ درصد (۶) و ۰/۸-۰/۰۴ درصد (۲۳) گزارش شده است. پتاسیم همانند نیتروژن و فسفر یکی از عناصر غذایی اصلی در گیاه است و میزان جذب آن توسط گیاه از جذب هر عنصر دیگری به جز نیتروژن بیشتر است. گرچه پتاسیم در ساختار و بافت گیاه شرکت نمی‌کند اما نقشی بسیار حیاتی در گیاه دارد. پتاسیم در بسیاری از فعالیت‌های فیزیولوژیکی همچون انتقال مواد در آوندهای آبکش، تعادل اسمزی و فتوسنتز نقش دارد و به مقدار زیادی مورد نیاز گیاهان است (۱۴). سطح بهینه پتاسیم در برگ نخل خرمای استعمران در اهواز حدود ۰/۴ تا ۲/۱ (۳۰) و در تحقیقی دیگر ۰/۵ تا ۲ درصد (۳۱) بیان

شده است و در تحقیق حاضر میزان پتاسیم در حدود ۱ تا ۱/۲ درصد بود، با توجه به حد بهینه پتاسیم برای خرما و کاهش نسبی این عنصر برای تمام ارقام در فصول تابستان و پاییز، نیاز به کاربرد این عنصر قبل از شروع رشد تا رسیدن پتاسیم به حد ۲ درصد ضروری به نظر می رسد. دینامیک پتاسیم نشان می دهد که عنصری پرمصرف و بسیار متحرک است بنابراین، تامین پتاسیم برای نخل خرما، یک نیاز بسیار مهم است(۲۵). جذب مواد معدنی در اوایل رشد گیاه به دلیل رطوبت قابل دسترس کافی است و مقدار پتاسیم گیاه پس از طی فصل رشد کاهش پیدا می‌کند و با افزایش سن گیاهان میزان مواد معدنی آن‌ها تغییر پیدا می‌کند (۴۱). در مطالعه حاضر تغییرات کمتری در غلظت پتاسیم در برگها طی فصل بهار و تابستان ثبت شد و پس از طی فصل رشد میزان آن کاهش یافت. نویسندگان دیگر نیز همین کاهش را در زیتون و پسته گزارش نمودند (۴۲).

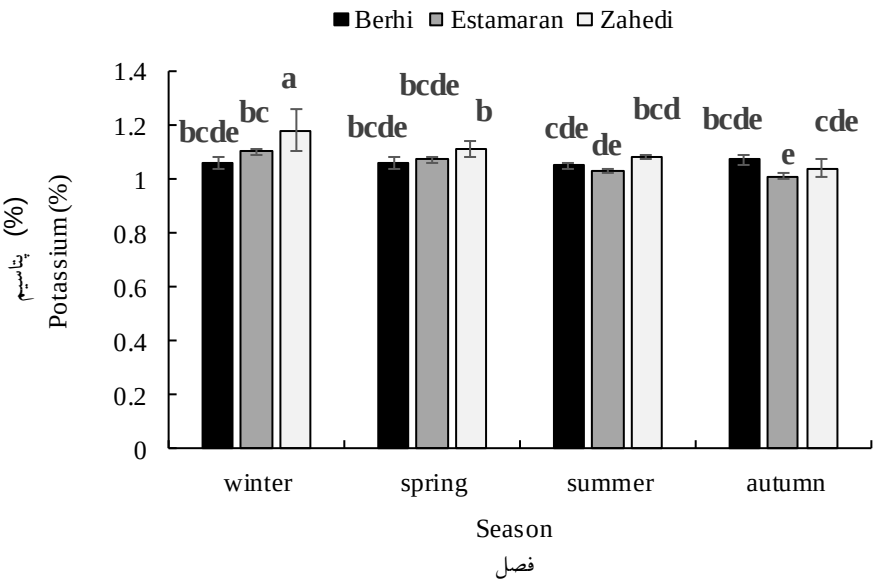
کلسیم

اثر فصل در سطح احتمال پنج درصد و اثر متقابل فصل و رقم در سطح احتمال یک درصد بر غلظت کلسیم معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین میزان کلسیم (۰/۹۲ درصد) در تابستان و رقم زاهدی ثبت شد که تنها از میزان کلسیم در رقم زاهدی در زمستان و رقم استعمران در تابستان به طور معنی‌داری بیشتر بود و با میزان کلسیم در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴). دامنه تغییرات غلظت کلسیم بین ۰/۷۶ تا ۰/۹۲ درصد متغیر بود. در سایر گزارش-های تحقیقاتی، سطوح تغییرات کلسیم را ۱/۰۸-۰/۷۱ درصد (۶)، ۰/۳۵ تا ۱/۱۲ درصد (۳۲)، ۰/۱۴-۰/۱ درصد (۲۶) و۰/۳۲-۰/۱۸ درصد (۲۳) اعلام کردند. با توجه به سطوح بهینه کلسیم و سایر گزارش‌ها و عدم مشاهده علائم کمبود، حد کلسیم به میزان کافی در ارقام مورد بررسی به نظر می‌رسد.



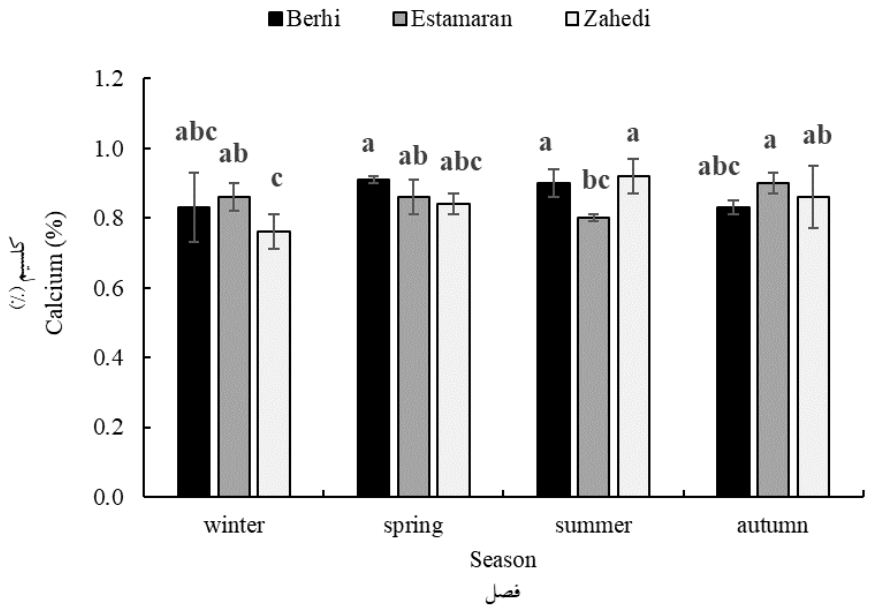
شکل (۲) تغییرات فصلی غلظت فسفر در برگ سه رقم خرما

Figure (2) Seasonal changes of phosphorus concentration in the leaves of three date cultivars



شکل (۳) تغییرات فصلی غلظت پتاسیم در برگ سه رقم خرما

Figure (3) Seasonal changes of potassium concentration in the leaves of three date cultivars



شکل (٤) تغییرات فصلی غلظت کلسیم در برگ سه رقم خرما

Figure (4) Seasonal changes of calcium concentration in the leaves of three date cultivars

آهن

اثر فصل و اثر متقابل فصل و رقم در سطح احتمال یک درصد بر میزان آهن برگ خرما معنی‌دار شد (جدول ۳). در حالیکه بین ارقام از لحاظ میزان آهن تفاوتی مشاهده نشد. بیشترین میزان آهن (۱۳۱/۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در بهار و رقم برحی اندازه-گیری شد که با میزان آهن در تابستان در رقم زاهدی تفاوت معنی‌دار نداشت اما به طور معنی‌داری از میزان آهن برگ در سایر فصول و ارقام بیشتر بود (شکل ۵). مانند الگوی تغییرات فصلی غلظت نیتروژن در ارقام مورد بررسی، مقادیر غلظت آهن برای رقم برحی و استعمران الگوی مشابهی نشان داد و در فصل بهار از غلظت بیشتری برخوردار بود و در تابستان با روندی کاهشی ادامه پیدا کرد. در حالی‌که رقم زاهدی الگوی متفاوتی را در مورد تغییر غلظت آهن برگ نشان داد و طی فصول زمستان و بهار مقادیری کمتر و نیز روند ثابتی را نشان داد در حالی‌که طی تابستان و پاییز غلظت بالاتری را نسبت به زمستان و بهار نشان داد. همانطور که ذکر شد رقم زاهدی جز ارقام کاملا خشک است و میوه آن دیرتر (در پاییز) از برحی و استعمران (در شهریور) به مرحله برداشت می‌رسد بنابراین احتمالا به دلیل وجود میوه تا پاییز که محل سینک و جذب قوی برای مواد مغذی می‌باشد، انتقال آهن تا مراحل تکمیل رشد میوه همچنان ادامه دارد، به طوری‌که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، در پاییز کاهش آهن برگ در رقم زاهدی رخ داده است. حد مطلوب آهن خاک بیشتر از ۷/۵ میلی گرم بر کیلوگرم (۳۷) و در این تحقیق ۷/۵ میلی گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد که از حد کفایت برخوردار نیست. همچنین حد مطلوب آهن برای گیاهان بیش از ۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم (۲۱) گزارش شده است. دامنه تغییرات غلظت آهن طی سال حدود ۶۵ تا ۱۳۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در طی فصل رشد و تا نیمه تابستان از ۸۷ تا ۱۱۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم متغیر بود. این تغییرات میزان آهن در برگ ارقام مختلف خرما می‌تواند به دلیل نوع رقم و کارایی متفاوت جذب آهن، در ارقام متفاوت باشد. میزان غلظت آهن در سایر گزارش‌های مرتبط با ارقام خرمای خوزستان، ۲۰۰ تا ۴۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۳۱) و در پژوهش‌های دیگر این مقدار ۲۳۸ تا ۵۹۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم(۳۰)، ۱۳۴-۱۰۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲۶)، ۲۰۶-۱۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۵) گزارش نمودند. اگرچه هیچگونه علائم ظاهری مبنی بر کمبود آهن در برگ‌های جوان مشاهده نگردید با این حال با توجه غلظت اندازه‌گیری شده به ویژه طی فصل رشد کاربرد کودهای حاوی عنصر کم مصرف آهن قابل توصیه است. برای یافتن دلیل کاهش غلظت آهن در برگ نخل خرما در این آزمایش میزان آهن موجود در خاک مورد بررسی قرار گرفت. میزان بهینه آهن در خاک نخلستان حدود ۱۵-۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۴۰) و یا بیش از ۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۳۷) گزارش شده است، اما در این تحقیق با توجه به میزان آهن در خاک این میزان ۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شد. همچنین عواملی همچون pH بالا (در این تحقیق ۷/۸۳) و زیادی غلظت‌های کلسیم و فسفر هم محدودکننده جذب آهن توسط گیاه هستند (۳۰).

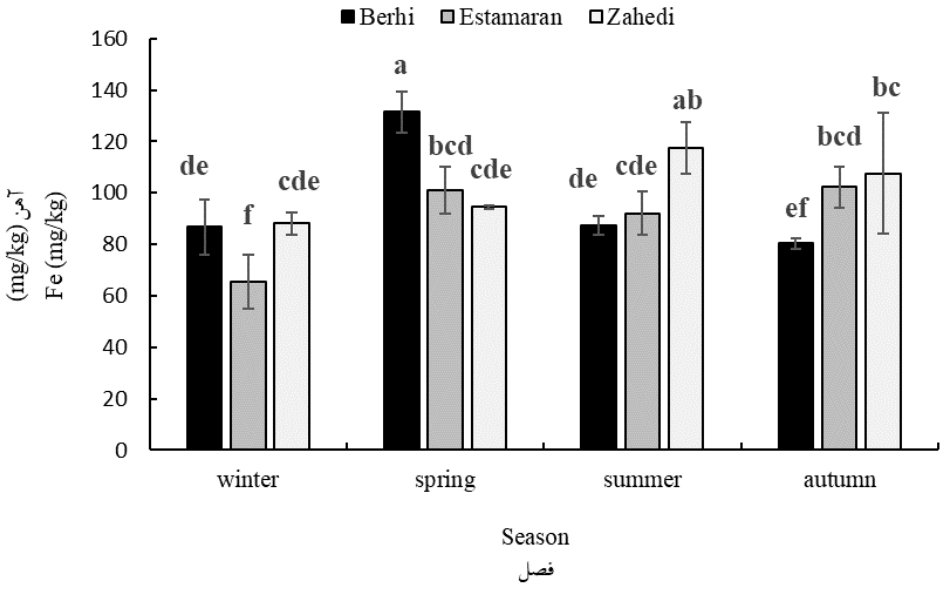
جدول (۳) تجزیه واریانس اثر رقم و فصل به روش اندازه‌گیری تکراری بر عناصر کم مصرف برگ خرما

Table (3) Variance analysis of the effect of cultivar and season (repeated measure) on micronutrients of date palm leaf

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	آهن Fe	مس Cu	بور B	روی Zn	منگنز Mn
اثرات درون گروهی Within-subjects effects						
فصل Season	3	1723.46**	3.12**	955.22**	282.23**	158.69^{ns}
فصل× بلوک Block ×Season	9	210.52*	0.28*	2.48^{ns}	126.08**	104.61^{ns}
فصل× رقم Cultivar × Season	6	1177.62**	0.58**	19.24**	101.99**	1401.32**
اثرات بین گروهی Between-subjects effects						
بلوک Block	3	11.65^{ns}	0.11*	2.04^{ns}	1.08^{ns}	546.84**
رقم Cultivar	2	547.24^{ns}	0.39**	115.07**	42.09^{ns}	4482.29**
خطا Error	6	27.45	0.02	0.45	27.85	47.54

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

^{ns}, * and ** indicate non significant and significant at 5 and 1 probability levels respectively

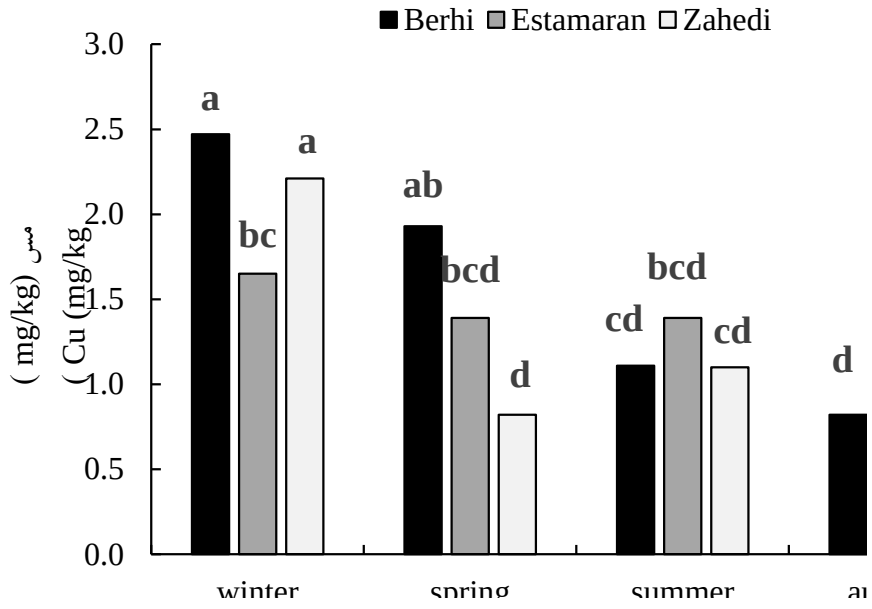


شکل (۵) تغییرات فصلی غلظت آهن در برگ سه رقم خرما

Figure (5) Seasonal change of Fe concentration in the leaves of three date cultivars

مس

اثر فصل، رقم و اثر فصل و رقم در سطح احتمال یک درصد بر میزان غلظت عنصر مس در برگ خرما معنی‌دار شدند (جدول ۳). بیشترین غلظت عنصر مس برگ در زمستان و رقم برحی ثبت شد (۲/۴۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم) که با میزان عنصر مس در زمستان و رقم زاهدی (۲/۲۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و همچنین مس برگ در بهار و رقم برحی (۱/۹۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) تفاوت معنی‌دار نداشت، اما به طور معنی‌داری از میزان مس برگ در سایر تیمارها بیشتر بود. الگوی تغییرات غلظت عنصر مس در تمام ارقام از روند مشابهی پیروی می‌کرد و در زمستان دارای بیشترین میزان و با شروع فصل رشد به ویژه در بهار از کمترین میزان برخوردار بود. تغییرات غلظت این عنصر در تحقیق حاضر، دامنه‌ای بین ۲/۴۷–۰/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم داشت و در فصل تابستان و پاییز کمترین میزان این عنصر ثبت شد (شکل ۶). در آزمایشات دیگر میزان این عنصر در برگ‌های نخل خرما را ۱۰–۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۳۱)، ۲/۶ تا ۱۲/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۳۰)، ۱۱– ۲/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲۷) برآورد نمودند، با توجه به حد بهینه عنصر مس در برگ برای خرما که ۱۰–۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم و حد بحرانی حداقل ۴ میلی-گرم بر کیلوگرم عنوان شده است (۲۱) نیاز به کاربرد کودهای حاوی مس در شروع فصل رشد و بهار ضروری است. حد کفایت مس در خاک بیشتر از ۰/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۳۷) و در این تحقیق ۰/۵۲ میلی‌گرم برکیلوگرم اندازه‌گیری شد که از حد کفایت برخوردار است. بنابراین با توجه به عدم کمبود این عنصر در خاک نخلستان، کاربرد مس به صورت محلولپاشی می‌تواند از راهکارهای موثر در جهت رفع نیاز به این عنصر کم‌مصرف و مهم باشد. مس عنصری است که می‌تواند تغییرات بسیاری در سلول‌های گیاهی ایجاد کند. از جمله تاثیر آن بر سنتز کلروفیل و انتقال الکترون است (۴۳). میزان مس در برگ درخت خرما با افزایش سن برگ روندی کاهشی پیدا می‌کند(۳۱). افزایش سن گیاه عامل مهمی در روند تغییرات مقادیر مواد معدنی است (۱۲). جذب مواد معدنی در اوایل رشد گیاه به دلیل رطوبت قابل دسترس کافی است و مقدار مس با بالغ شدن گیاه بسیار کاهش پیدا می‌کند (۴۱).

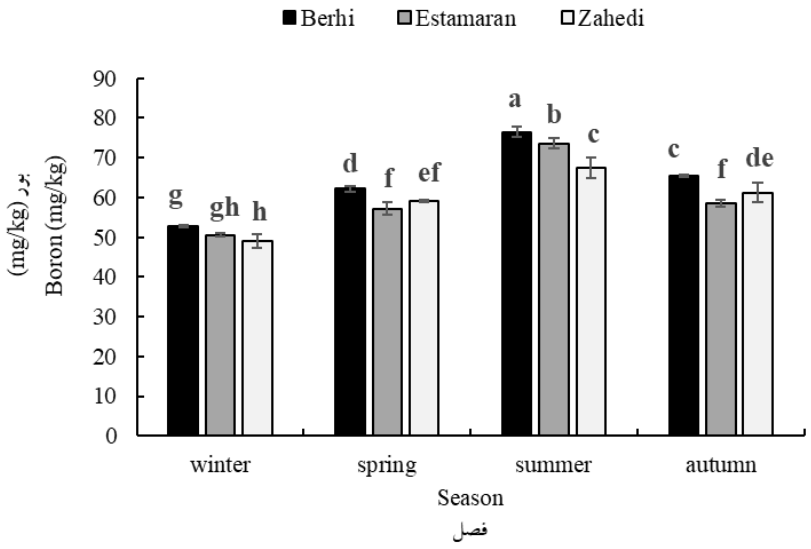


شکل (٦) تغییرات فصلی غلظت مس در برگ سه رقم خرما

Figure (6) Seasonal change of Cu concentration in the leaves of three date cultivars

بور

اثر فصل، رقم و اثر متقابل فصل و رقم در سطح احتمال یک درصد بر میزان عنصر بور در برگ خرما معنی‌دار شدند (جدول ۳). بیشترین میزان عنصر بور برگ در تابستان و رقم برحی دیده شد (۷۶/۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) که به‌طور معنی‌داری از میزان بور در سایر فصول و ارقام بیشتر بود. بر خلاف الگوی فصلی تغییرات غلظت مس برگ، عنصر بور برای ارقام برحی، استعمران و زاهدی، پیک حداکثر را در تابستان نشان داد و حداقل میزان غلظت آن در زمستان ثبت شد (شکل ۷). کاهش میزان بور را در زمستان می‌توان به حرکت این عنصر از برگ‌ها به خوشه گل و میوه جهت تامین نیاز آن‌ها به بور نسبت داد (۱۷). البته همانطور که ذکر شد، رشد و نمو میوه خرما تا شش ماه پس از تشکیل آن و تا اواخر تابستان و حتی اواسط پاییز ادامه دارد (۴۴). در نیمه مرداد، هنوز میوه‌ها در مراحل رطب و میانی نمو هستند و همچنان تا چندین هفته به تکامل ادامه می دهند و احتمالا به همین دلیل طی تابستان تا پاییز و رسیدن میوه‌ها، انتقال بور از برگ به میوه بیشتر صورت گرفته است. گرچه بور عنصر کم مصرفی است اما بسیار مهم و ضروری است و کمبود آن می‌تواند باعث جلوگیری از توسعه ریشه با محدودکردن تقسیم سلولی در ناحیه رشدی نوک ریشه و کاهش توسعه برگ شده و ظرفیت فتوسنتزی را کاهش دهد (۱۸)، عنصر بور همچنین سبب انتقال مواد حاصل از فتوسنتز می‌شود (۱۵). حد بحرانی حداقل برای بور در گیاه، ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲۱) و دامنه تغییرات غلظت آن ۲-۱۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم (۳۸) گزارش شده است. غلظت عنصر بور برگ در این تحقیق از ۴۹/۷ تا ۷۶/۴ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر بود. با توجه به دامنه بهینه این عنصر درسایر تحقیقات، ۱۸/۴-۱۴/۷ میلی گرم بر کیلوگرم (۵) یا در تحقیقی دیگر ۳۷/۸-۱۲/۴ میلی گرم بر کیلوگرم (۲۷) و حد بهینه آن که برای گیاهان ۲۰۰-۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم (۴۰) گزارش شده است، میزان غلظت بور برگ در تحقیق حاضر از حدود بهینه برای ارقام خرمای مورد بررسی برخوردار می باشد.

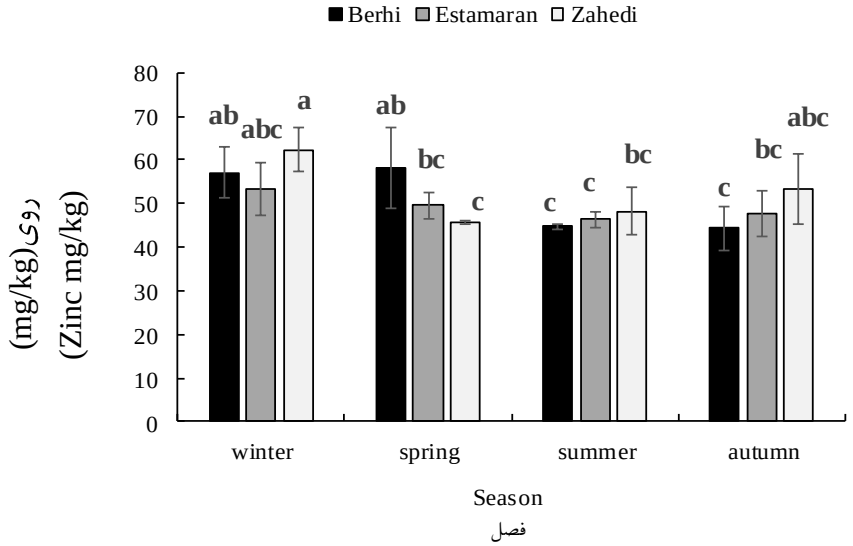


شکل (۷) تغییرات فصلی غلظت بور در برگ سه رقم خرما

Figure (7) Seasonal change of Boron concentration in the leaves of three date cultivars

روی

تاثیر فصل و نیز اثر متقابل فصل و رقم در سطح احتمال یک درصد بر میزان عنصر روی معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین میزان عنصر روی در رقم زاهدی در زمستان مشاهده شد (۶۲/۳۴ میلی گرم بر کیلوگرم) که با میزان عنصر روی در رقم های برحی و استعمران در زمستان و رقم برحی در بهار تفاوت معنی‌داری نداشت اما به طور معنی‌دار از میزان عنصر روی در سایر فصول و ارقام بیشتر بود (شکل ۸). الگوی تغییرات فصلی عنصر روی برای ارقام مورد بررسی الگوی متفاوتی را نشان داد. برای رقم برحی طی زمستان و بهار از ثبات نسبی و دارای بیشترین میزان غلظت برخوردار بود و در فصول تابستان و پاییز با کاهش چشمگیر مواجه بود که نشان از مصرف بیشتر این عنصر طی فصل رشد دارد. برای رقم استعمران عنصر روی دارای میزان بیشتری طی زمستان بود و الگوی کاهشی به صورت غیرمعنی‌دار نسبت به زمستان، طی فصول بعد یعنی بهار، تابستان و پاییز مشاهده شد. برای رقم زاهدی پیک حداکثر و حداقل غلظت روی به ترتیب در زمستان و بهار ثبت شد. حد مطلوب روی خاک بیشتر از ۱/۵ میلی گرم بر کیلوگرم (۳۷) و در این تحقیق ۱/۶ میلی گرم بر کیلوگرم اندازه-گیری شد که از حد کفایت برخوردار است . همچنین حد مناسب روی برای گیاهان ۱۰۰-۲۰ و معمولا ۵۰-۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم (۲۱) گزارش شده است. دامنه تغییرات غلظت روی ۶۲/۳ – ۴۴/۳ میلی گرم بر کیلوگرم ثبت شد که با توجه به نتایج سایر تحقیقات که حد آن را ۱۰۰-۲۷ میلی گرم بر کیلوگرم (۴۰)، یا ۲۵-۲۲ میلی گرم بر کیلوگرم (۳۱)، ۲۶-۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم (۳۰)، ۸-۶ میلی گرم بر کیلوگرم (۵) و ۴۶-۲۴ میلی گرم بر کیلوگرم (۲۶) برآورد کردند، از حد نسبتا بالایی برخوردار بود. برای یافتن علت این میزان از عنصر روی، نتایج میزان عناصر خاک بررسی شد. میزان عنصر روی در خاک ۱/۶ میلی گرم بر کیلوگرم و از حد بهینه برخوردار می‌باشد. پس باید علت بیشبود در مسئله دیگری باشد. یکی از دلایل بیشبود جذب روی می‌تواند کاهش جذب فسفر باشد که آن هم به دلیل افزایش pH خاک است. نتایج مطالعات خاک در اغلب نخلستان‌های کشور حاکی از آن است که این نوع خاک‌ها به لحاظ میزان ماده آلی، فسفر و پتاسیم فقیر هستند و میزان این عناصر به مقدار قابل توجهی کمتر از حد بهینه برای نخل خرما می‌باشد (۱۱).

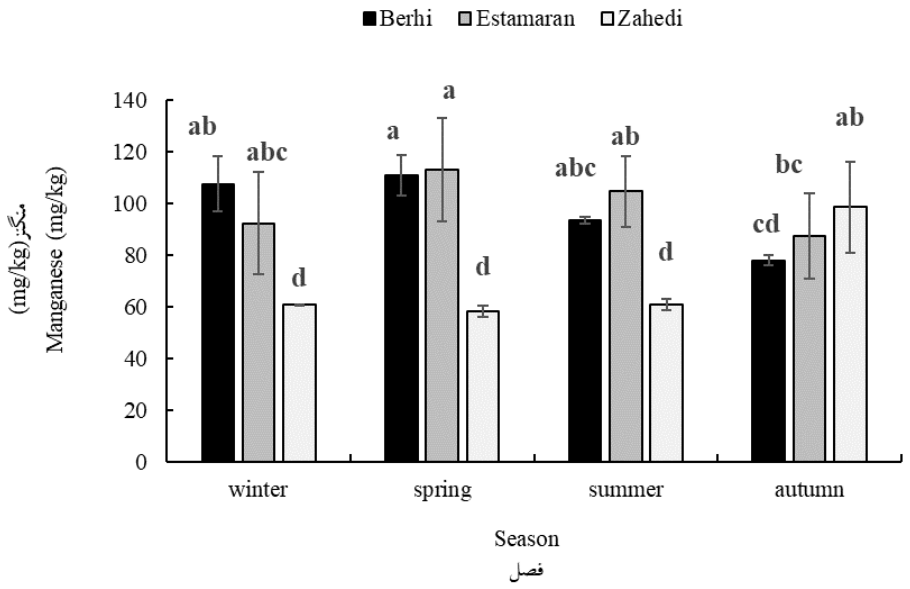


شکل (۸) تغییرات فصلی غلظت روی در برگ سه رقم خرما

Figure (8) Seasonal change of Zinc concentration in the leaves of three date cultivars

منگنز

اثر رقم و اثر فصل و رقم در سطح احتمال یک درصد بر میزان عنصر منگنز برگ نخل خرما معنی‌دار شدند (جدول ۳). حد مطلوب منگنز خاک بیشتر از ۴ میلی گرم بر کیلوگرم (۳۸) و در این تحقیق ۸/۳ میلی گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد که از حد کفایت برخورداراست. همچنین حد بحرانی منگنز برای گیاهان ۳۰-۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم (۲۱) گزارش شده است. بیشترین میزان عنصر منگنز در برگ نخل خرمای رقم استعمران در بهارثبت شد (۱۱۳/۲۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم) که از میزان عنصر منگنز در رقم زاهدی در فصول زمستان، بهار و تابستان (۶۰/۶، ۵۸/۲۲ و ۶۰/۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و رقم‌های برحی و استعمران در پاییز (۷۸، ۸۷/۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم) به طور معنی‌داری بیشتر بود اما با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۹). مقادیر غلظت منگنز برای رقم برحی و استعمران از الگوی مشابهی برخوردار بود و میزان آن در فصول زمستان تا تابستان بیشتر و از ثبات نسبی طی این فصول برخوردار بود اما در پاییز روند کاهشی را داد. نمو میوه خرما پس از تشکیل بسته به رقم تا حدود شش ماه ادامه می یابد (۴۴). در نیمه مرداد، میوه‌ها در مرحله رطب و میانی رشد هستند و تا چندین هفته همچنان به نمو ادامه می‌دهند و احتمالا به همین دلیل طی تابستان تا پاییز انتقال منگنز بیشتری به محل جذب قوی یعنی میوه‌ها صورت گرفته است. دامنه تغییرات منگنز در این تحقیق ۱۱۳-۵۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در فصل تابستان برای ارقام مختلف ۱۰۴- ۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم ثبت شد و با مقایسه با سایر گزارش‌ها در مورد منگنز برگ خرما در خوزستان و سایر مناطق نخلکاری دنیا، ۵۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۳۱)، ۳۰-۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۲۶) و ۸۲-۲۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم (۵)، حد مطلوبی از این عنصر برای ارقام مورد بررسی برآورد می‌شود.



شکل (۹) تغییرات فصلی غلظت منگنز در برگ سه رقم خرما

Figure (9) Seasonal change of Manganese concentration in the leaves of three date cultivars

نتیجه‌گیری

میزان و غلظت مواد معدنی در گیاهان به اثر متقابل عوامل متعددی از جمله خاک، گونه‌های گیاهی، اقلیم، مراحل رشد، تولید و مدیریت گیاه و اثر متقابل عناصر در زمان جذب بستگی دارد. نتایج این مطالعه نشان داد روند تغییرات غلظت فسفر، پتاسیم و کلسیم و عناصر کم‌مصرف آهن، مس، روی و بور تحت تأثیر فصل قرار می‌گیرد. بررسی داده‌های عناصر سه رقم خرما نشان داد رقم برحی از وضعیت تغذیه مناسب‌تری نسبت به دو رقم دیگر برخوردار بود. تغییرات فصلی عناصر مغذی نشان-دهنده تأثیر قابل توجه این عامل بود. بیشترین تفاوت در روند تغییر غلظت عناصر، بین فصل زمستان با فصول رشد بهار و تابستان مشاهده شد که نشان‌دهنده اهمیت کاربرد عناصر مغذی پیش از شروع فصل رشد می باشد. علاوه بر غلظت آهن برگ، که در تمام فصول کمتر از حد بهینه برآورد شد، غلظت نیتروژن، پتاسیم و مس برگ در طی فصل رشد به ویژه تابستان کاهش یافت که می‌تواند به دلیل مصرف این عناصر برای رشد زایشی (گل و میوه) باشد. بر اساس نتایج به دست آمده عناصر مس، آهن، پتاسیم و نیتروژن به ترتیب در اولویت مصرف قرار دارند. مدیریت کوددهی عناصر مذکور برای عملکرد بهتر و افزایش کیفیت رشد رویشی و زایشی ارقام مورد بررسی پس از طی نیمه زمستان و قبل از شروع فصل رشد ضروری به نظر می‌رسد.

سپاس گزاری

این پژوهش با استفاده از اعتبار پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شده است و بدین‌وسیله نویسندگان مراتب سپاسگزاری خود را از معاونت پژوهشی دانشگاه اعلام می‌دارند.

References

1. Asadi, F., and Khademi, Z. (2013). Changes in the concentration of nutrient elements nitrogen, phosphorus, and potassium in different parts of the corn plant during various growth stages. Soil Research Journal (Soil and Water Sciences), 27(4): 485-498. DOI:10.22092/ijsr.2014.126281

2. Baninasab, B, Rahemi, M. and 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.m. DOI:10.1080/00103620601094197

3. Baraza, E, Hodar, J.A. and Zamora, R. (2009). Species, site and seasonal variation in leaf-chemistry diversity of woody Mediterranean plants. Review Ecology, 64: 135-144. DOI : https://doi.org/10.3406/revec.2009.1476

4. Bauma, D.)1983). Diagnosis of mineral deficiencies using plant test. Encyclopedia of Plant Physilogy. Springer-Verlag, New York, U.S.A. 120-146. https://doi.org/10.1007/978-3-642-68885-0-5. Print ISBN978-3-642-68887-4

5. Bendaly Labaied, M., Khiari, L., Gallichand, J., Kebede, F., Kadri, N., Ben Ammar, N., Ben Hmida, F. and Ben Mimoun, M. (2020). Nutrient diagnosis norms for date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in Tunisian oases. Agronomy, 10(6): 886, DOI:10.3390/agronomy10060886

6. Bijayalaxmi, D.N. and 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. DOI:10.1016/j.apsoil.2005.05.005

7. Bolda, M., Cahn, M.D., Gaskell, M. and Mitcham, E.J. (2012). Fresh market craneberry production manual. UCANR Publications. ISBN:1601076975, 9781601076977

8. Casero, T., Torres, E., Alegre, S. and Recasens, I. (2017). Macronutrient accumulation dynamics in apple fruits. Journal of Plant Nutrition, 40: 2468-2476. DOI:10.1080/01904167.2017.1380819

9. Chapman, H.D. and Pratt, P.F. (1961). Methods of Analysis for Soils, Plants and Waters. Priced Publication4034. Division of Agriculture Sciences. University of California, Berkeley, 5-350.

10. Corelli-Grappadelli, L. and Lakso, A.N.(2002). Fruit development in deciduous tree crops as affected by physiological factors and environmental conditions (keynote). In XXVI International Horticultural Congress: Key Processes in the Growth and Cropping of Deciduous Fruit and Nut Trees 636 (pp. 425-441). DOI: 10.17660/ActaHortic.2004.636.52

11. Dialami, H. and Garshasbi, M.R. (2018). Effect of Sulfur and Manure on Yield and Quality of Date Fruit cv. Barhee. Journal of Water and Soil, 32(5): 1003-1012. (In persian) DOI: https://doi.org/10.22067/jsw.v32i5.72413

12. Ebn Abbasi, R. and Saedi, K. (2009). Study on the concentration of some low-consumption elements in three important range species at different phenological stages in Saral, Kurdistan. Scientific Research Journal of Rangeland, 3(6): 69-78.

13. Elmer, P. and Conn, N. (1982). Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin Elmer, Norwalk, CT.

14. Evans, H.J. and Sorger, G.J. (1966). Role of mineral elements with emphasis on the univalent cations. Annual Review of Plant Physiology, 17: 47-76. journals/10.1146/annurev.pp.17.060166.000403

15. Guidong, L., Cuncang, J. and 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. Soil Science Plant Nutrition, 57: 93-104. DOI: 10.1080/00380768.2010.551299

16. Hartley, S.E. and Jones, C.G. (1997). Plant chemistry and herbivory, or why the world is green. Wiley Online Library. DOI: 10.1002/9781444313642.ch10

17. Hatami, E., Zivdar, S. and Moallemi, N. (2022). Investigation of mineral nutrient changes and their effects on flowering and photosynthetic traits in olive trees under Ahvaz condition. Master's thesis, Shahid Chamran University, Ahvaz. (In persian)

18. Hatami, E., Zivdar, S. and Moallemi, N. (2023). Mineral nutrient changes and their effects on flowering of olive. 13th Iranian Horticultural Science Congress. Gorgan. Iran. (In persian)

19. Houba, V.J.G., Lee, J., Novozamsky, I. and 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, Agric. University, Wageningen, The Netherlands. https://search.worldcat.org/title/Soil-and-plant-analysis-:-a-series-of-syllabi/oclc/69439747

20. Jalili Marandi, R. (2013). Fruit cultivation. Seventh Edition, Jihad University Publishing, Urmia. (In persian).

21. Katyal, J.C. and Rattan, R.K. (2003). Secondary and micronutrients: Research gaps and future needs. Fertilizer News, 48(4): 9-14.

https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0,5&cluster=822186120152354262.

22. Kjeldahl, J.G.C. (1883). A New Method for the Determination of Nitrogen in Organic Matter. Fresenius Journal of Analytical Chemistry, 22: 366-372.

23. Kolsi-Benzina, N. and Zougari, B. (2008). Mineral composition of the palm leaflets of the date palm. Journal of Plant Nutrition, 31: 583-591. DOI:10.1080/01904160801895100

24. Kotur, S.C. and Murthy, S.V.K. (2016). Nutrient dynamics of annual growth-flush in mango (*Mangifera indica* L.). Journal of Horticultural Sciences, 5(1): 75-77. DOI: https://doi.org/10.24154/jhs.v5i1.507

25. Marschner, H. (2011). Marschner's mineral nutrition of higher plants. Academic press. https://doi.org/10.1016/C2009-0-63043-9

26. Marzouk, H. (2011). Soil fertilization study on Zaghloul date palm grown in calcareous soil and irrigated with drainage water. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 10: 728–736. ISSN 1818-6769

27. Matos, G., Fernandes, A., Wadt, P., Franzini, V., Souza, E. and Ramos, H. (2018). Dris calculation methods for evaluating the nutritional status of oil palm in the Eastern Amazon. Journal of Plant Nutrition, DOI:10.1080/01904167.2018.1434199

28. Mengel, K. and Kirkby, E.A. (2001). Principles of plant nutrition. 4th. Edition. International. Potash Institute. Bern, Switzerland. ISBN: 10.1007/978-94-010-1009-2

29. Mirsoleimani, A., Shahsavar, A.R. and Kholdebarin, B. (2014). Seasonal changes of mineral nutrient concentration of leaves and stems of "Kinnow" mandarin trees in relation to alternate bearing. International Journal of fruit Science, 14: 117-132. DOI: 10.1080/15538362.2013.801678

30. Mohebi, A.H. (2003). Report on the research project for determining the leaf number of date palm for sampling and nutrient element determination. Date Palm and Tropical Fruit Research Institute. 34p. (In persian)

31. Mohebi, A.H. (2005). Study of nutrient element concentration in date palm leaves (*Phoenix dactylifera* L.). Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 6(4): 1-20. (In persian)

32. Mohebi, A.H. (2007). Report on the research project for determining the optimal limit and diagnosing nutrient deficiency symptoms in tissue-cultured date palm seedlings. Date Palm and Tropical Fruit Research Institute. 42 p. (In persian)

33. Munoz-Fambuena, N., Mesejo, C., Carmen Gonzalez-Mas, M., Primo-Millo, E., Agusti, M. and Iglesias, D.J. (2011). Fruit regulates seasonal expression of flowering genes in alternate-bearing "*Moncada*" mandarin. Annals of Botany, 108(3): 511-519. DOI: https://doi.org/10.1093/aob/mcr164

34. Nachtigall, G.R. and Dechen, A.R. (2006). Seasonality of nutrients in leaves and fruits of apple trees. Scientia Agricola, 63: 493-501. DOI: 10.1590/S0103-90162006000500012

35. Pilanali, N. (2005). Investigation of monthly variation in some plant-nutrient contents of guttation fluid samples taken from *Dieffenbachia* plants. Journal of Plant Nutrition, 28: 1375-1382. DOI: 10.1081/PLN-200067464

36. Ranjbari, A.R. (1995). Determination of mineral elements in dominant rangeland plants of four major regions of Isfahan province. Master's thesis, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran. (In persian)

37. Singh, M.V. (1998). 28th progress report of AICRP on Micro and Secondary Nutrients and Pollutant Elements in Soil and Plants. IISS, Bhopal, Pp. 102.

38. Singh, M.V and Bahera, S.K. (2007). Issues and Strategies deficiencies in developing customized fertilizers for enhancing crop production, In: Proceeding national seminar on customized fertilizer. IISS, Bhopal.

39. Strik, B.C. (2015). Seasonal variation in mineral nutrient content of primocane-fruiting blackberry leaves. HortScience, 50: 540-545. DOI: 10.21273/HORTSCI.50.4.540

40. Tabatabaei, S.J. (2013). Principles of plant mineral nutrition (theoretical and practical concepts). First Edition, Tabriz University Press. (In persian)

41. Timothy, E.F., Reynolds, J.P., Beasom, S.L. and Demarais, R.P. (1991). Mineral content of guajillo regrowth following roller chapping. Journal of Range Management, 44(5): 520-522. DOI: https://doi.org/10.2307/4002757

42. Ulger, S., Sonmez, S., Karkacier, M., Ertoy, N., Akdesir, O. and Aksu, M. (2004). Determination of endogenous hormones, sugars and mineral nutrition levels during the induction, initiation and differentiation stage and their effects on flower formation in olive. Plant Growth Regulation, 42: 89-95. DOI : 10.1023/B:GROW.0000014897.22172.7d

43. Yruela, I. (2005). Copper in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology, 17: 145-156. DOI: 10.1590/S1677-04202005000100012

44. Zubair Alam, M., Al-Hamimi, S., Ayyash, M., Tameillo Rosa, C., Yahia, E.M., Haris, S., Al-Marzouqi, A.H. and Kamal-eldin, A. (2023). Contrtibuting factors to quality of date (*Phoenix dactylifera* L.) fruit. Scientia Horticulturae, 321:112256. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112256