

ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای برخی رقم‌های پسته بنابر نتایج تجزیه برگ

مهدي طاهري^{۱*} و مجيد نجفي^۲

۱ و ۲. دانشيار و محقق، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۳ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۹)

چکیده

بررسی وضعیت عنصرهای غذایی در گیاهان، روشی مؤثر در تشخیص و تعیین بهینه‌الگوی عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف مورد نیاز، افزایش عملکرد و نیز بهبود کیفیت محصولات کشاورزی است. در این زمینه، این پژوهش به منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای، تغییرپذیری فصلی و غلظت عنصرهای برگ پنج رقم پسته (قزوینی، بادامی زودرس، ممتاز، احمدآقایی و کله قوچی) انجام شد. این بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در زمان با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات شهرستان ماهنشان استان زنجان به اجرا درآمد. بررسی نتایج غلظت عنصرهای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منگنز، روی و مس نشان داد، بیشترین غلظت عنصرهای نیتروژن و فسفر در زمان تشکیل میوه مشاهده شد، غلظت این عنصرها تا زمان پر شدن مغز میوه کاهش یافت. غلظت پتاسیم برگ تغییرپذیری چندانی در مرحله تشکیل میوه و رشد میوه نداشت و در هنگام پر شدن مغز، غلظت این عنصر کاهش پیدا کرد. بیشترین غلظت عنصر روی در هنگام تشکیل میوه مشاهده شد و پس از آن غلظت این عنصر کاهش یافت. نتایج شاخص انحراف از درصد بهینه برگ (Deviation from optimum percentage) نشان داد، ترتیب اهمیت عنصرهای غذایی رقم‌های پسته $K > P > Zn > B > Mn > Cu > N$ است. در جمع قدر مطلق DOP رقم بادامی با شاخص ۴۵۰ ضعیف‌ترین تعادل تغذیه‌ای را نسبت به دیگر رقم‌ها داشت و در عنصرهای پتاسیم و بور کمتر از حد بهینه بود.

واژه‌های کلیدی: انحراف از حد بهینه، پسته، تغییرپذیری فصلی، عنصرهای غذایی.

Evaluation of nutritional status some pistachio cultivars based on leaf analysis

Mehdi Taheri^{1*} and Majid Najafi²

1, 2. Associate Professor and Researcher, Soil and Water Research Department, Zanjan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Zanjan, Iran
(Received: Nov. 23, 2016 - Accepted: Apr. 29, 2018)

ABSTRACT

Assessing nutritional status of plants is the effective approach in diagnosing and determining macro and micro elements optimum patterns and increasing the yield and improving the quality of agricultural products. Therefore, this study had been done for evaluating nutritional status, seasonal variations and concentration of nutrients in leaves of five pistachio cultivars (Qazvini, Badami Zodras, Momtaz, Ahmad Aghai and Kalle Gochi). This study was carried out in completely randomized block design a few years with three replications at Mahneshan research station. Results showed that the most Nitrogen and Phosphorous concentrations were in the fruit set stage and the concentration of these elements was decreased until kernel filling stage. Potassium concentration of leaves had not so many variations in the fruit set and fruit development stages and was decreased in the kernel filling stage. The highest concentration of Zinc was observed in the fruit set stage and then decreased. Results of the Deviation from Optimum Percentage revealed that the nutritional importance order was as $K > P > Zn > B > Mn > Cu > N$. ΣDOP of 450 for the Badami Zodras cultivar was the worst unbalanced nutritional estate among all cultivars and the Potassium and Boron concentrations of this cultivar was less than the optimum levels.

Keywords: Deviation from optimal percentage, pistachios, seasonal changes, nutrients.

* Corresponding author E-mail: Taheritekab@yahoo.com

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور و از عمده‌ترین محصولات صادرات غیرنفتی است (Sedaghati *et al.*, 2009). ولی مسائل زیادی در مورد عملکرد، کیفیت و تداوم باردهی منظم آن وجود دارد. همانند دیگر محصولات کشاورزی، افزایش عملکرد پسته در واحد سطح در صورتی امکان‌پذیر است که عامل‌های تولید در حد بهینه و مطلوب باشد. یکی از عامل‌های اصلی پایین بودن عملکرد باغ‌های میوه کشور، بدون کاربرد متعادل کود و به عبارت دیگر تغذیه نامطلوب درختان میوه است (Malakouti & Tabatabaei, 2001). این امر هم در نوع و میزان کودهای مورد مصرف، و هم در زمان و روش‌های مصرف آن وجود دارد، لذا ضروری است روند موجود اصلاح شود. بنابراین، باید وضعیت و ناهنجاری‌های تغذیه‌ای رقم‌ها و عامل‌های مؤثر در جذب و کاربرد سودمند عنصرهای غذایی، شناسایی شده و با توجه به نتایج به‌دست‌آمده نسبت به توصیه مقادیر و منابع کودهای شیمیایی و زمان کاربرد آن‌ها اقدام کرد. شناسایی موارد یادشده در مدیریت مواد غذایی به منظور افزایش رشد درختان، تولید و بهبود کیفیت پسته ضروری و پرهیزناپذیر است (Malakouti & tabatabaei, 2001). کاربرد بهینه کود و رعایت تناسب بین عنصرهای غذایی در خاک و گیاه در افزایش کمی و کیفی محصول اهمیت زیادی دارد. در کوددهی متعادل اطلاع از میزان عنصرهای غذایی قابل استفاده گیاه در خاک، یعنی حاصل‌خیزی خاک ضروری است (Tekin & Guzel, 1992). ارزیابی حاصل‌خیزی خاک را می‌توان برآورد توان خاک در عرضه عنصرهای غذایی گیاه به میزان کافی و نسبت بهینه برای رشد مطلوب بیان کرد (Malakouti *et al.*, 2008). برای تعیین نیاز کودی گیاه از روش‌های مختلفی از جمله مشاهده نشانه‌های کمبود، آزمون خاک، تجزیه گیاه و ... می‌توان استفاده کرد (Malakouti *et al.*, 2008). از آنجایی که برگ، اصلی‌ترین و مهم‌ترین محل سوخت‌وساز (متابولیسم) گیاه است و غلظت عنصرهای غذایی در برگ در مراحل خاصی از رشد و تکامل گیاه می‌تواند عملکرد

آن را تحت تأثیر قرار دهد (Crane, 1986)، بنابراین تجزیه برگ و تفسیر نتایج به‌دست‌آمده، به شرطی که بر پایه روشی درست انجام شود، می‌تواند اطلاعات خوبی از وضعیت تغذیه گیاه فراهم کرده و برای توصیه کودی مناسب استفاده شود. تعیین غلظت عنصرها در طول فصل رشد سودمند است، تغییرپذیری فصلی غلظت عنصرهای برگ نشان می‌دهد، بیشترین کاهش غلظت این عنصرها در چه مرحله از رشد رخ می‌دهد و در پی آن توصیه کودی انجام گیرد (Rosecrance *et al.*, 1995). نتایج تغییرپذیری فصلی غلظت عنصرهای غذایی درختان زردآلو نشان داد، غلظت نیتروژن در دوره رشد رویشی کاهش یافت و عنصرهای منیزیم و کلسیم تمایل به افزایش داشت. در پتاسیم برگ نیز در آغاز غلظت این عنصر کاهش و پس از آن افزایش یافت (Milosevic *et al.*, 2011). نتایج تغییرپذیری غلظت عنصرهای برگ‌های درخت سیب نشان داده است، غلظت عنصرهای نیتروژن، فسفر، پتاسیم، مس و بور کاهش و کلسیم افزایش یافت (Gelmar & Antoniu, 2006). در تعیین سطح بحرانی (Critical Level) عنصرها در گیاهان و محصولات مختلف روش‌های زیادی از جمله دامنه کفایت عنصرهای غذایی (Sufficiency Range)، روش دریس (DRIS) و روش انحراف از حد بهینه (DOP) وجود دارد (Malakouti *et al.*, 2005). از جمله مشکلات کاربردی روش دریس در اختیار نبودن معیارهای مرجع قابل اطمینان برای شمار زیادی از گیاهان است که برخلاف کاربرد گسترده، استفاده از این روش را برای گیاهان محدود می‌کند (Malakouti *et al.*, 2008). در مقابل، روش ساده و کاربردی DOP همانند روش دریس، برای هر عنصر غذایی شاخصی را محاسبه و آن‌ها را به صورت اعداد مثبت، منفی یا صفر مشخص می‌کند، که به ترتیب بیانگر زیادی، کمبود و یا غلظت مناسب عنصرهای غذایی در گیاه است. در این روش نیز منفی‌ترین شاخص، عامل محدودکننده در تغذیه گیاه است و ترتیب نیاز از شاخص منفی به مثبت خواهد بود. هر چه اعداد بزرگ‌تر شود، نشان‌دهنده انحراف بیشتر از حالت تعادل است (Zarrouk *et al.*, 1993; Mantines *et al.*, 2005). همچنین در این

روش با محاسبه مجموع قدر مطلق شاخص‌های انحراف از حد بهینه، می‌توان به شدت خروج از حالت تعادل پی برد. انحراف از درصد بهینه به دلیل سادگی و آسانی محاسبه، استقبال زیادی از آن شده است. به‌منظور ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای باغ‌های انگور، بررسی با استفاده از روش انحراف از حد بهینه (DOP) انجام شد و نتایج نشان داد، در باغ‌های مورد آزمایش بیش ۷۲ درصد از نظر میزان نیتروژن پایین‌تر از حد بهینه تعیین شد. میزان فسفر تنها در ۱۵ درصد باغ‌ها پایین‌تر از حد بهینه بودند. بیش از ۹۵ درصد باغ‌ها از نظر غلظت عنصرهای پتاسیم، منیزیم، روی و مس پایین‌تر از حد بهینه بودند، درحالی‌که غلظت عنصر بُر در بیشتر باغ‌های منطقه در حد مسمومیت قرار داشت (Bigdeli, 2009). در بررسی تعادل تغذیه‌ای باغ‌های هلو با استفاده از روش انحراف از حد بهینه برای تفسیر نتایج تجزیه برگی ۶۱ باغ هلوی استان گلستان انجام شد و نتایج نشان داد، اولویت نیاز غذایی در این باغ‌ها به صورت $P > Ca > Mn > K > Cu > Zn > Mg > N$ است (Dordipoor *et al.*, 2012). بررسی دو سال متوالی نتایج تجزیه برگی در باغ‌های زردآلو به مقایسه میزان تغییرپذیری عنصرهای غذایی در برگ چند رقم زردآلو که روی نهال‌های بذری پیوند شده بودند، پرداختند. نتایج شاخص DOP نشان داد، نیتروژن، کلسیم و منیزیم برگ‌ها در همه رقم‌ها و در هر دو سال اندازه‌گیری، کمتر از حد بهینه بود. فسفر و پتاسیم برگ‌ها بیشتر از حد بهینه بود. رقم‌های پیوندی استنلی و واگنهام ضعیف‌ترین تعادل تغذیه‌ای را نسبت به دیگر رقم‌ها نشان دادند (Milosevic *et al.*, 2013). با توجه به اینکه پسته یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی کشور است و در منطقه ماهنشان استان زنجان محصولی نوپاست. بنابراین تعیین تغییرپذیری فصلی غلظت عنصرهای غذایی برگ و انحراف از حد بهینه (DOP) آن‌ها در راستای توسعه کشت این درخت ضرورت می‌یابد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از سال‌های ۱۳۹۱-۱۳۹۴ (تغییرپذیری فصلی به مدت دو سال و مقایسه میانگین و انحراف از حد

$$DOP = \left[\frac{(C \times 100)}{C_{ref}} \right] - 100 \quad (1)$$

در رابطه ۱، c غلظت عنصر غذایی در نمونه گیاهی که در نظر است نیاز کودی آن تعیین شود. C_{ref} : غلظت عنصر غذایی در گیاهی است که از لحاظ عملکرد و کیفیت در شرایط مطلوبی قرار دارد، ولی از لحاظ دیگر شرایط همسان نمونه مجهول است. میانگین غلظت عنصرهای غذایی استاندارد پسته برای محاسبه شاخص انحراف از حد بهینه در (جدول ۱) ارائه شده است (Sedaghati *et al.*, 2009).

جدول ۱. میزان بهینه برخی از عنصرهای غذایی (میکرو و ماکرو) در برگ درختان پسته (Sedaghati *et al.*, 2009)

Table 1. The optimum amount of nutrients (micro and macro) in leaf of pistachio tress (Sedaghati *et al.*, 2009)

	N (%)	P (%)	K (%)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	B (mg/kg)
Leaf	1.8	0.15	1.6	30	10	4	90

جدول ۲. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک ایستگاه تحقیقات کشاورزی ماهنشان (Sedaghati *et al.*, 2009)

Table 2. Some of physical and chemical properties of soil in research station of Mahneshan (Sedaghati *et al.*, 2009)

Texture	N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	pH	Ec (ds/m)	Depth (cm)
Sandy loam	0.04	2.92	127	0.83	2.02	7.91	5.78	0-30
Sandy loam	0.03	1.5	118	0.7	1.6	7.91	4.32	31-60
Sandy loam	0.30	1.35	102	0.8	2.3	8	4.5	61-90
Sandy loam	0.3	15-20	300	1	2	7-8	-	optimal

جدول ۳. برخی ویژگی‌های شیمیایی آب ایستگاه تحقیقات کشاورزی ماهنشان و حد مناسب آن‌ها برای پسته (Sedaghati *et al.*, 2009)

Table 3. some of chemical properties of water in research station of Mahneshan and their for pistachio optimum

Description	EC (ds/m)	pH	SO ₄ ²⁻ (meq/l)	Cl ⁻ (meq/l)	HCO ₃ ³⁻ (meq/l)	CO ₃ ²⁻ (meq/l)	SAR	K ⁺ (meq/l)	Na ⁺ (meq/l)
Mahneshan	2.91	7.8	2.7	21.4	4.03	0.9	3.7	0.29	10.97
Optimal of pistachio	4-8	8.4	0.1-10	4-10	4.2	-	17.5	-	9.6

مغز رفتن میوه با خاک در اختیار درختان پسته قرار گیرد (David, 1999). جذب نیتروژن در گیاهان با ریشه‌ها و به‌طور عمده به شکل نیترات و یا آمونیوم جذب می‌شود. با توجه به اینکه بیشترین میزان کاهش نیتروژن برگ در زمان رشد دیواره تخمدان رخ می‌دهد، تأمین کود نیتروژن باید از منبعی باشد که به‌سرعت توسط گیاه جذب‌شده و در فعالیتهای فیزیولوژیکی اثر گذارد (Van Beusichem *et al.*, 1988). نیتروژن دارای ترکیب‌های آمونیومی، نسبت به نیترات سریع‌تر جذب‌شده و انرژی کمتری برای جذب و ساخت (آسمیلاسیون) در گیاه نیاز دارد. تبدیل نیتروژنی (نیتریفیکاسیون) و جذب آمونیوم به‌وسیله گیاه باعث کاهش pH محیط شده و بر جذب بهتر دیگر مواد غذایی تأثیر می‌گذارد. همچنین نیتروژن آمونیومی موجب تأمین اسیدهای آمینه لازم برای تکامل رشد در اندام‌های مختلف گیاه می‌شود (Van Beusichem *et al.*, 1988). در صورتی که نیتروژن نیتراتی در این زمان به‌صورت کودهای شیمیایی به خاک مزرعه افزوده شود، ممکن است به‌وسیله شستشو از دسترس گیاه خارج شده، درحالی که نیتروژن آمونیومی در خاک به‌نسبت ثابت است و به میزان کمتری شسته می‌شود و در تولید محصول نقش مهمی دارد (Morgan & Jackson, 1989).

بیشترین غلظت فسفر برگ (شکل ۱-b) در ۳۰

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 19 انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

تغییرپذیری غلظت عنصرهای برگ

نتایج غلظت عنصرهای برگ در سه مرحله از رشد میوه: ۱- تشکیل میوه (۳۰ روز پس از گل‌دهی) ۲- کامل شدن رشد پوست استخوانی (۶۰ روز پس از گل‌دهی) ۳- در مرحله پر شدن مغز میوه (۹۰ روز پس از گل‌دهی) در شکل ۱ ارائه شده است. بررسی تغییرپذیری میزان نیتروژن (شکل ۱-a) بیانگر این است، بیشترین غلظت این عنصر در برگ در زمان تشکیل میوه است که ۳۰ روز پس از گل‌دهی کامل رخ داد و آنگاه تا ۹۰ روز پس از گل‌دهی کاهش یافت که تا حدودی از ۶۰ تا ۹۰ روز پس از گل‌دهی یکسان بود. بیشترین کاهش غلظت این عنصر بین ۳۰ تا ۶۰ روز پس از گل‌دهی رخ داد که دلیل آن رشد رویشی سریع در این دوره است (Kucukoner & Yurt, 2003; Heidary *et al.*, 2015). نیتروژن از جمله عنصرهایی است که در تغذیه باغ‌های پسته نقش مهمی دارد (Morgan & Jackson, 1989). زمان و نوع تأمین کودهای نیتروژنه باید با مدیریت بهینه کوددهی، در دو نوبت پیش از آبیاری اول در اوایل بهار و در زمان به

بیشترین غلظت این عنصر در هر سه مرحله در رقم کله‌قوچی مشاهده شد. کاربرد روی در پسته در اواخر دوره خواب روی شاخه و برگ، سطح روی را در جوانه‌ها تقویت کرده و روی مورد نیاز برای تلقیح موفق را تأمین می‌کند (Adams, 1996).

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد، اثر سال و رقم بر نیتروژن برگ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین (جدول ۵) نیتروژن نشان داد، بین رقم‌های مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌دار وجود نداشت، رقم قزوینی بیشترین و رقم کله‌قوچی کمترین بودند. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) و اثر سال بر فسفر برگ معنی‌دار بود. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد، اثر سال و رقم بر پتاسیم برگ معنی‌دار بود. نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین غلظت پتاسیم (جدول ۵) نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین رقم‌های مختلف بود که رقم‌های احمدآقایی و کله‌قوچی بیشترین و بادامی زودرس کمترین بودند. افزون بر تأثیر رقم‌های مختلف بر غلظت پتاسیم برگ، در سال‌های بارآوری کاربرد نیتروژن، فسفر و پتاسیم توسط میوه منجر به کاهش غلظت این عناصر در اندام برگ می‌شود (Picchioniet, 1997).

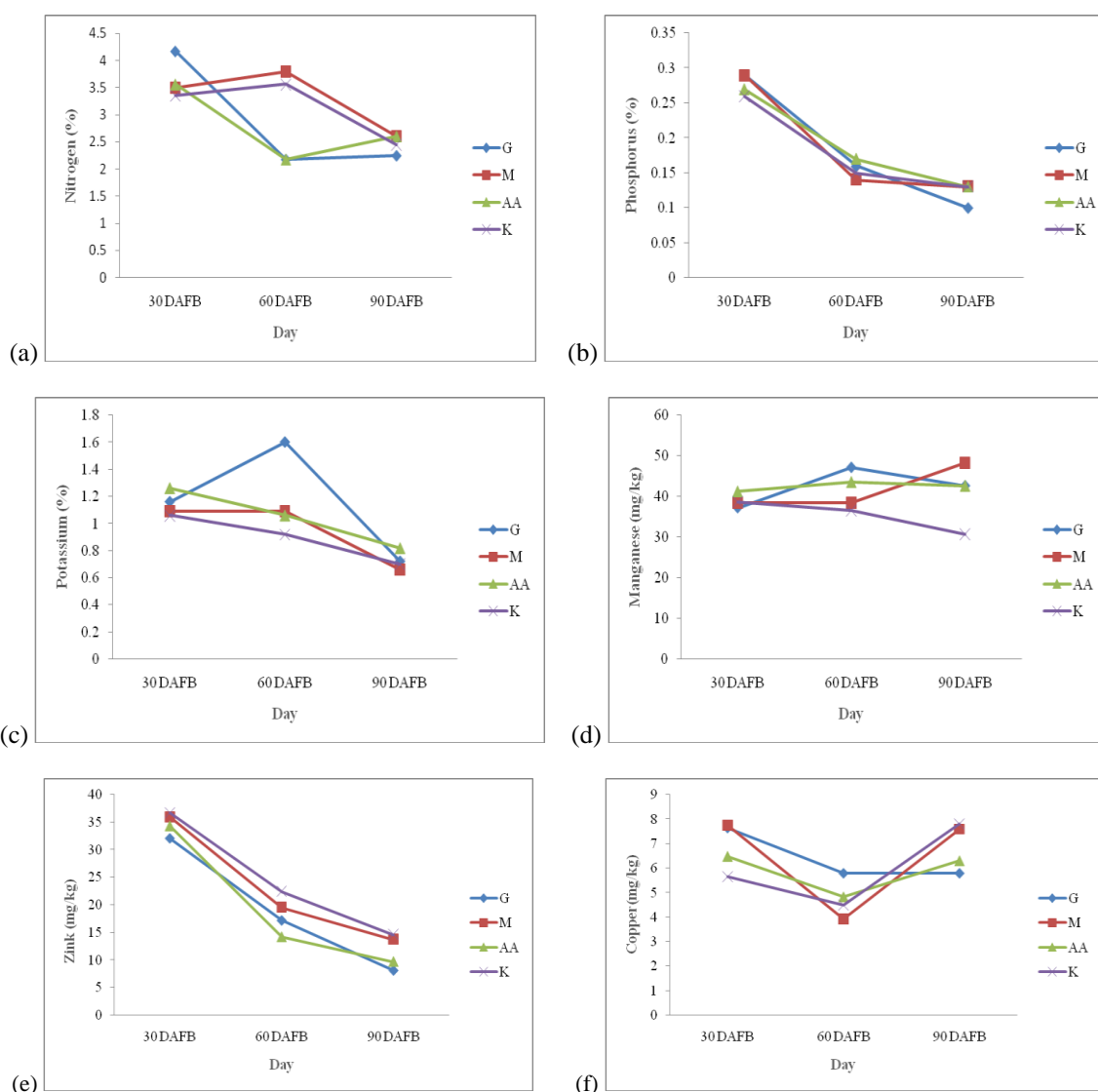
در نتایج تحقیقی دیگر مشخص شد، در سال بارآوری وجود محصول زیاد غلظت فسفر، پتاسیم و روی گیاه کاهش و درصد ماده خشک میوه افزایش یافت (Khoshgoftar & Mirzapoor, 2006). نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد، اثر سال و اثر متقابل سال و رقم بر منگنز برگ معنی‌دار بودند. نتایج مقایسه میانگین منگنز (جدول ۵) نشان داد، بین رقم‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود نداشت، رقم قزوینی بیشترین و رقم ممتاز کمترین هستند. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان‌دهنده اثر معنی‌دار سال و مقایسه میانگین (جدول ۵) روی برگ نشان داد، بین رقم‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود نداشت، رقم قزوینی بیشترین و رقم کله‌قوچی کمترین بودند. در نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس (جدول ۴) اثر سال بر مس برگ معنی‌دار است. نتایج مقایسه میانگین (جدول ۵) مس برگ نشان داد، بین رقم‌های مختلف اختلاف معنی‌دار

روز پس از گل‌دهی رخ داد و آنگاه از ۶۰ تا ۹۰ روز پس از گل‌دهی کاهش یافت. در غلظت پتاسیم برگ (شکل ۱-c) نتایج نشان داد، از ۳۰ روز تا ۶۰ روز پس از گل‌دهی تغییرپذیری زیادی نداشت، رقم احمدآقایی ۶۰ روز پس از گل‌دهی بیشترین میزان این عنصر را نشان داد و کمترین میزان آن ۹۰ روز پس از گل‌دهی رخ داد که علت آن جذب بیشتر غلظت عنصر پتاسیم در دوره به مغز رفتن میوه است (Rosecrance *et al.*, 1995; Heidary *et al.*, 2015). نتایج دیگر تحقیقات نیز بر اهمیت نقش پتاسیم در تولید محصول زیاد اشاره دارد. نتایج برخی تحقیقات نشان داده است، جذب نیتروژن بیشتر در دوره رویش بهاره و دوره مغز رفتن صورت می‌گیرد، اما جذب پتاسیم تنها به دوره مغز رفتن محدود می‌شود (Heidary *et al.*, 2015).

نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌عنوان عنصرهای پرمصرف برای درختان پسته، در افزایش محصول نقش مؤثری دارند. افزایش غلظت عنصرهای نیتروژن و پتاسیم در مرحله تشکیل میوه رخ می‌دهد. اما کاهش غلظت این عناصر به‌طور متوسط در برگ‌ها در دو مرحله رشد رویشی و رسیدن میوه رخ می‌دهد. کاهش غلظت پتاسیم نسبت به دیگر عناصر بیشتر رخ می‌دهد که می‌تواند به دلیل مصرف قابل ملاحظه این عناصر در مرحله رشد سریع و رسیدن میوه باشد (Deng *et al.*, 1995). کاهش زیاد در غلظت نیتروژن و فسفر با زمان تکامل برگ‌های تابستانه در فرآیند جدید رشدی رویشی منطبق بود، که این الگو به‌وسیله (Gilbero & Dechen, 2009) مشاهده شد. در غلظت منگنز برگ (شکل ۱-d) تغییرپذیری کمی رخ داد. نتایج نشان داد، غلظت این عنصر به‌تدریج از ۳۰، ۶۰ تا ۹۰ روز پس از گل‌دهی افزایش یافت که بیشترین میزان این عنصر در هر سه مرحله در رقم قزوینی رخ داد. در غلظت مس برگ (شکل ۱-f) نتایج نشان داد، ۳۰ تا ۶۰ روز پس از گل‌دهی غلظت این عنصر کاهش و از ۶۰ تا ۹۰ روز پس از گل‌دهی غلظت این افزایش یافت که بیشترین میزان در رقم کله‌قوچی ۹۰ روز پس از گل‌دهی بود. در غلظت عنصر روی (شکل ۱-e) در ۳۰ روز پس از گل‌دهی بیشترین میزان بود، به‌تدریج تا ۹۰ روز پس از گل‌دهی کاهش یافت که

در سال‌های نابارآوری (off) کارایی جذب پایین‌تری نسبت به سال بارآوری دارند. بُر نقش مهمی را در فرایندهایی مانند سوخت‌وساز اسیدهای نوکلئیک، تقسیم یاخته‌ای، زیست‌ساخت (بیوسنتز) و انتقال قند دارد. همچنین بُر نقش مهمی را در گلدهی و میوه‌دهی بازی می‌کند (Brown *et al.*, 1995). خاک‌های درشت‌بافت اغلب بُر قابل‌دسترس کمتری نسبت به خاک‌های ریزبافت دارند، بنابراین مشاهده کمبود بُر در این باغ که بافت شنی لومی دارد، دور از انتظار نیست (Goldberg, 1993).

وجود نداشت رقم احمدآقایی بیشترین و رقم بادامی زودرس کمترین بود. نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد، اثر سال و رقم بر بُر برگ معنی‌دار است. در مقایسه میانگین (جدول ۵) نتایج نشان داد، بین رقم‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشت رقم بادامی زودرس بیشترین و رقم قزوینی کمترین است. علت اثر معنی‌دار سال، اثر متقابل سال با رقم بر غلظت منگنز برگ و اثر سال و رقم بر غلظت بُر برگ می‌تواند به علت غلظت متفاوت این عناصر در سال‌های بارآوری و نابارآوری باشد که



شکل ۱. تغییر پذیری غلظت عناصرهای برگ پسته. (a) نیتروژن، (b) فسفر، (c) پتاسیم، (d) منگنز، (e) روی، (f) مس

Figure 1. Seasonal changes of leaf elements concentration in Pistachio. a) N, b) P, c) K, d) Mn, e) Zn, f) Cu

* DAFB: Days after Full Bloom.

* G: Gazvinie, M: Momtaz, AA: Ahmad-Aghaie, K: Kaleghoochie

* N: Nitrogen, P: Phosphorus, K: Potassium, M: Manganese, Z: Zinc, Cu: Copper

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس غلظت عنصرهای برگ پنج رقم پسته در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ماهنشان

Table 4. Analysis of variance of leaf minerals of 5 pistachio cultivars in Mahneshan Agricultural Research Station

S. O.V	df	Mean of squares						
		N	P	K	Mn	Zn	Cu	B
Year (Y)	3	1.15**	0.015**	0.17**	2453.40**	52681.68**	22.19**	10373.7**
Rep (R)	2	0.05ns	0.00069ns	0.02ns	154.32ns	358.81ns	1.07ns	359.34ns
Cultivar (C)	4	0.19ns	0.00015ns	0.08*	78.89ns	1326.33ns	1.81ns	1155.14ns
Y*C	12	0.19**	0.00029ns	0.03ns	117.57*	1371.5ns	4.12ns	1049.12ns
Error	8	0.02	0.00	0.02	52.46	883.19	1.92	373.42
CV (%)	-	6.30	9.15	16.1	21.47	76.66	23.95	28.08

* و ** به ترتیب در سطح ۵ درصد و ۱ درصد معنی دار هستند. ns در سطح ۵ درصد معنی دار نیست.

ns, *, **: Not significant, significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۵. نتایج مقایسه میانگین غلظت عنصرهای غذایی برگ پنج رقم پسته در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ماهنشان

Table 5. Mean comparison of leaf minerals of 5 pistachio cultivars in Mahneshan Agricultural Research Station

Cultivar	N (%)	P (%)	K (%)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	B (mg/kg)
Gazvinie	2.30a	0.13a	0.91b	37.78a	56.43a	5.94a	58.66b
Badami Zodras	2.21a	0.14a	0.86b	31.18a	39.45a	5.17a	79.39a
Momtaz	2.26a	0.14a	0.91b	33.14a	36.02a	5.85a	72.09ab
Ahmad Aghaie	2.25a	0.13a	1.08a	32.12a	31.51a	6.23a	59.14b
Kaleghoochi	2.19a	0.14a	0.93b	34.40s	30.43a	5.75a	76.99a

در هر ستون میانگین با حرفهای همسان بدون اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

Means with similar letters in each column are not significant different at 5% level of probability (DMRT).

تعیین انحراف از حد بهینه عنصرها (DOP)

در جدول ۶ شاخص‌های انحراف از حد بهینه محاسبه و ترتیب نیاز غذایی رقم‌های پسته در آن گنجانده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، شاخص DOP عنصرهای کانی برگ پنج رقم پسته تعیین شد. این روش اطلاعاتی همانند روش دریس بدون اشاره به علل آن را فراهم می‌کند. از نظر غلظت نیتروژن برگ (جدول ۶)، همه رقم‌ها بالاتر از حد بهینه بودند، رقم قزوینی بیشینه و کله‌قوچی و ممتاز کمینه میزان انحراف از حد بهینه را داشتند. دلیل اصلی بهینه بودن غلظت برگ این عنصر، تأمین به‌هنگام و کافی نیاز درخت به نیتروژن است. در غلظت فسفر برگ (جدول ۶)، نتایج نشان داد، همه رقم‌های بالاتر از حد بهینه بودند و رقم ممتاز بیشترین و رقم بادامی کمترین انحراف را از حد بهینه داشتند. نتایج به‌دست‌آمده از غلظت پتاسیم برگ (جدول ۶) نشان داد، تنها رقم ممتاز حد بهینه دارد. تأمین پتاسیم، اصلی‌ترین مشکل تغذیه‌ای در باغ‌های پسته است. بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد، بیشترین میزان کاهش پتاسیم برگ در مرداد و شهریورماه هر سال همزمان با مغز رفتن میوه مشاهده می‌شود (Rosecrance *et al.*, 1995). بنابراین در این دوره حساس درخت نباید از نظر پتاسیم کمبودی داشته باشد. مشخص شده است که در اردیبهشت‌ماه جذب پتاسیم خاک در پایین‌ترین سطح خود قرار دارد ولی از هنگام بلوغ میوه در تیرماه تا پایان

پر شدن مغز و پایان دوره رشد بیشترین جذب پتاسیم از خاک را خواهیم داشت. تأمین کافی پتاسیم در این دوره، موجب افزایش درصد خندانی، وزن خشک دانه و مقاومت درخت پسته به تنش‌ها می‌شود (Johnson & Weinbaum, 1987). توان تأمین پتاسیم توسط خاک بستگی به نوع خاک، مواد آلی، درصد رس و تخلیه نسبی پتاسیم خاک دارد (Rosecrance *et al.*, 1995). بدون کاربرد کودهای پتاسیمی، بافت به‌نسبت سبک خاک‌های منطقه، کمبود مواد آلی، شوری آب‌خاک، تخلیه پتاسیم خاک تحت کشت پسته به دلیل نیاز و مصرف زیاد پتاسیم توسط گیاه از عامل‌های اصلی هستند که موجب کمبود پتاسیم در باغ‌های پسته می‌شود (Johnson & Weinbaum, 1987). از نظر غلظت روی برگ (جدول ۶) نتایج نشان داد، همه رقم‌ها بالاتر از حد بهینه هستند و بیشترین آن مربوط به رقم بادامی زودرس و کمترین مربوط به رقم قزوینی بود. در بررسی ما به علت پایین بودن غلظت روی در سال اول اقدام به دو نوبت محلول‌پاشی با سولفات روی ۵ در هزار شد که نتایج نشان داد، غلظت عنصرهای برگ به حد بهینه افزایش یافت. نتایج تحقیقات نشان داده است، کاربرد خاکی روی زیاد مؤثر نیست. دلیل این امر را نفوذ عمیق ریشه گیاهان و تحرک بسیار کم روی در خاک عنوان کرد (Swietlik, 2002). Swietlik (2002) همچنین بیان کرد، محلول‌پاشی روشی مؤثر برای برطرف کردن کمبود است با این حال

مدیریت و مهار (کنترل) بیماری‌ها باشد (Milosevic *et al.*, 2011). در نتایج خاک (جدول ۲)، به علت بافت به نسبت سبک خاک منطقه فقر بیشتر عنصرهای غذایی از جمله کمبود مس مشاهده شد و با انجام محلول‌پاشی در زمان کامل شدن برگ در اردیبهشت‌ماه نسبت به رفع کمبود آن‌ها اقدام شد. باید اصلاح بافت خاک‌های منطقه با افزودن مواد آلی و نسبت بهینه عنصرهای در مدیریت تغذیه‌ای باغ‌های پسته مورد توجه قرار گیرد (Khoshgoftar & Mirzapoor, 2006).

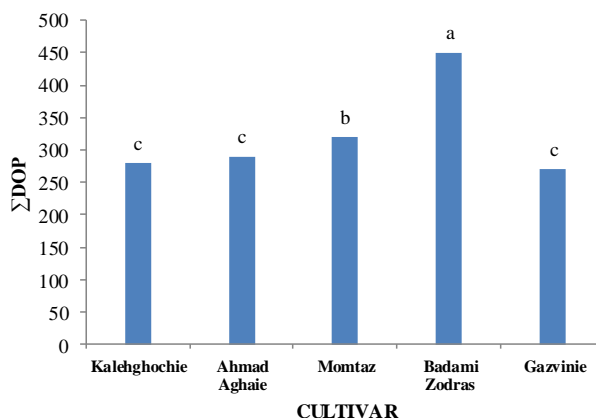
نتایج جمع قدر مطلق شاخص‌های DOP

در نتایج جمع قدر مطلق شاخص‌های DOP بین رقم‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشت، بیشترین جمع قدر مطلق DOP مربوط به رقم بادامی با شاخص ۴۵۰ و کمترین به ترتیب مربوط به رقم‌های قزوینی، کله‌قوچی، احمدآقایی و ممتاز (۲۷۰، ۲۸۰، ۲۹۰ و ۳۲۰) است. نکته قابل توجه دیگر این است که جمع قدر مطلق شاخص‌های DOP برای رقم‌های مختلف همگی بزرگ‌تر از صفر و در بعضی موارد خیلی بزرگ‌تر از صفر بوده که نشان از نبود تعادل تغذیه‌ای در این باغ پسته دارد. هر چه میزان این عدد بزرگ‌تر باشد کاربرد کود نامتعادل بوده و گیاه از تعادل تغذیه‌ای بیشتر فاصله می‌گیرد (Milosevic *et al.*, 2013). بنابر نتایج جمع قدر مطلق شاخص‌های DOP رقم بادامی با شاخص جمع قدر مطلق ۴۵۰ بیشترین نامتعادلی تغذیه را در بین رقم‌ها داشت. هرچه تعادل تغذیه‌ای در گیاه بیشتر به هم بخورد، بیشتر می‌تواند عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد (Malakouti *et al.*, 2008). در نتایج بررسی که روی رقم‌های مختلف آلو انجام شده بود از نظر جمع قدر مطلق شاخص‌های DOP اختلاف معنی‌داری داشتند (Milosevic *et al.*, 2013). اما در نتایج بررسی که روی شاخص‌های مطلق DOP هلو (Jemnes *et al.*, 2004) و گیلاس (Zarruk *et al.*, 2005) انجام شد در تعادل تغذیه‌ای اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. تفاوت موجود در این نتایج و آن‌ها می‌تواند مربوط به تفاوت ماده گیاهی، وضعیت اقلیمی و روش کشت مربوط باشد.

روی جذب‌شده با محلول‌پاشی نمی‌تواند به آسانی در گیاه حرکت کند و لازمه آن تکرار محلول‌پاشی است هرچند که محلول‌پاشی نیز به‌طور موقت نیاز گیاه را برطرف می‌کند و نمی‌تواند کمبود روی ریشه را بهبود بخشد. نتایج به‌دست‌آمده از غلظت بُر برگ (جدول ۶) نشان داد، تنها رقم بادامی کمتر از حد بهینه بود. نتایج به‌دست‌آمده از غلظت مس برگ (جدول ۶) نشان داد، همه رقم‌ها از حد بهینه بالاتر بودند، رقم بادامی بیشترین و رقم ممتاز کمترین بودند. در نتایج غلظت منگنز برگ (جدول ۶) تنها رقم ممتاز کمتر از حد بهینه است، دیگر رقم‌ها از غلظت بالایی از حد بهینه دارند. با توجه به نتایج (جدول ۶) مشخص شد، عنصرهای پتاسیم، بُر و منگنز در بین رقم‌ها، در اولویت اول مدیریت تغذیه قرار دارند. نتایج تجزیه خاک و برگ نیز نشان داد، میزان عنصر پتاسیم پایین‌تر از حد بهینه بود. افزون بر این با توجه به اینکه درختان پسته برای رشد و تکامل مغز میزان بالایی از عنصر پتاسیم را جذب می‌کنند، کمبود بیشتر این عنصر دور از انتظار نیست و تأمین کافی آن هم با خاک و محلول‌پاشی می‌تواند درصد پوکی را کاهش و درصد میوه‌های خندان را افزایش دهد (Soyergin *et al.*, 2002; Gholmouhammad, 2005). کمبود فسفر در تجزیه خاک مشاهده شد، ولی در برگ در حد بهینه بود. کمبود در خاک ممکن است به دلیل تثبیت فسفر توسط رس‌ها باشد. از سوی دیگر به دلیل آهکی بودن خاک‌های منطقه فسفر با کلسیم به‌صورت فلوراآپاتیت و هیدروکسی آپاتیت رسوب می‌کند. در نتیجه فسفر قابل استفاده برای گیاه کم شده و مدیریت فسفر خاک با دیگر عنصرها در اولویت قرار می‌گیرد (Malakouti *et al.*, 2005). pH خاک بر قابلیت دسترسی به مواد کانی اثر می‌گذارد. همان‌طور که نتایج تجزیه خاک نشان داد، pH خاک نزدیک به ۸ است که می‌تواند باعث کاهش تحرک پذیری عنصرهایی چون منگنز، روی و مس شده و آن‌ها را از دسترس گیاه خارج کند (Sedaghati *et al.*, 2009). در گزارشی بر کمبود ناچیز و یا کمیاب مس در گیلاس و دیگر درختان میوه اشاره شده است (Milosevic *et al.*, 1989; Uriu, 2011). همچنین در مواردی سطح مس برگ را بالاتر از حد عادی (نرمال) گزارش کرده‌اند که می‌تواند به علت استفاده از قارچ‌کش‌های مسی برای

جدول ۶. شاخص‌های DOP محاسبه شده و ترتیب نیاز غذایی برگ پنج رقم پسته در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ماهنشان
Table 6. DOP index determined from leaf element concentrations of 5 pistachio cultivars in Mahneshan Agricultural Research Station

Cultivar	N	P	K	Mn	Zn	Cu	B	Respectively requirement element concentration
Gazvinie	31.13	21.57	-2.09	14.43	162	54.96	1.82	k>B>Mn>P>N>Cu>Zn
Badami Zadras	20.06	17.87	-5.84	1.08	379.9	55.95	-8.08	-B>K>Mn>P>N>Cu>Zn
Momtaz	27.69	22.62	1.3	-0.70	248.36	25.76	4.8	-Mn>K>B>P>Cu>N>Zn
Ahmad Aghaie	26.91	20.56	-0.4	13.76	183.17	46.7	8.25	-K>B>Mn>P>N>Cu>Zn
kaleghooche	25.09	21.32	-4.06	26.6	171.4	41.95	6.38	-K>B>P>N>Mn>Cu>Zn



شکل ۲. جمع قدر مطلق شاخص DOP غلظت عنصرهای برگ پنج رقم پسته در ایستگاه تحقیقات کشاورزی ماهنشان در هر ستون میانگین با حرف‌های همسان بدون اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).
Figure 2. Index \sum DOP leaf element concentrations of 5 pistachio cultivar in Mahneshan Agricultural Research Station. Means with similar letters in each column are not significant different at 5% level of probability (DMRT)

شاخص انحراف از حد بهینه، ترتیب عنصرهای غذایی در این باغ تعیین شد. نتایج این شاخص نبود تعادل تغذیه‌ای را در بین رقم‌ها نشان داد. نیاز غذایی رقم‌های بررسی شده امروزه به ترتیب اولویت عنصرهای پتاسیم، بُر و منگنز در بین عنصرها بودند. در جمع قدر مطلق انحراف از حد بهینه، رقم بادامی زودرس بیشترین و رقم قزوینی کمترین نبود تعادل را بین رقم‌ها داشت.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه عنصرهای غذایی در برگ رقم‌های قزوینی، بادامی زودرس، ممتاز، احمدآقایی و کله‌قوچی نشان داد، در تغییرپذیری فصلی عنصرها، غلظت نیتروژن، فسفر و روی از تشکیل میوه تا پر شدن مغز به تدریج کاهش یافت. اما غلظت پتاسیم در هنگام پر شدن مغز بیشترین کاهش را داشت. همچنین بر پایه

REFERENCES

- Adams, G. P. (1996). The foliar approach to nutrition of pistachio. *Pistachio production*, P. 1-31.
- Bigdeli, J. (2009). *Evaluation of nutritional status grape gardens in Khoramdareh city of zanjan*. Thesis master science of Horticulture. Islamic Azad University of Abhar. (in Farsi)
- Brown, P. H., Weinbaum, S. A. & Picchioni, G. A. (1995). Alternate bearing influences annual nutrient consumption and the total nutrient content of mature pistachio trees. *Trees*, 9, 158-164.
- Crane, J. C. (1986). *Pistachio production. Division of Agriculture and natural Resources*. University of California.
- David, Q. Z., Brown, P. H. & Holtz, B. A. (1999). Fertilization and diagnosed criteria for pistachio trees. *Better Crop Journal*, 83, 110-3.
- Deng, X., Weinbaum, S. A. & Dejong, T. M. (1989). Use of labeled nitrogen to monitor transition in nitrogen dependence from storage to current-year uptake in mature walnut trees. *Trees (Berlin)*, 3(1), 11-16.
- Dordipour, E., Emami, P. & Daryashenas, A. M. (2012). Evaluation of nutritional balance in peach orchards through deviation from optimum percentage (DOP) method. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 2(1). (in Farsi)

8. Emami, A. (1996). *Description of plant analysis method*. Soil and Water Institute, Tehran. Iran. (in Farsi)
9. Jimenez, S., Garin, A., Gogorcena, Y., Betran, J. A. & Moreno, M. A. (2004). Flower and foliar analysis for prognosis of sweet cherry nutrition: Influence of different rootstocks. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 701- 712.
10. Gilberto, N. & Dechen, A. R. (2009). Long-term annual fertilization with nitrogen and potassium affect yield and mineral composition of (Fuji) apple. *Science and Agriculture*, 66(3), 377-385.
11. Gilmar, R. N. & Antonio, R. D. (2006). Seasonality of nutrients in leaves and fruits of apple trees. *Scientia Agricola*, 63, 593-501.
12. Godarzi, K. (2005). Identified of nutritional disorders of apple gardens in Kakan region by use DOP method. *9th symposium soil science of Karaj*. Iran. (in Farsi)
13. Goldberg, S. (1993). Chemistry and mineralogy of boron in soils. In: U. C. Gupta (Ed.), Boron and its role in crop production, Pages 344, CRC Press, Boca Raton, FL, U.S.A.
14. Heidary, M., Arab, H., Nikoie., M. R. & Kazemie, F. (2015). Pistachio macro nutrient concentration in leaves at three sampling time. *National Conference Scientific approach in industry green gold, Pistachio*. (in Farsi)
15. Johnson, R. S. & Weinbaum, S. A. (1987). Variation in tree size, yield, cropping efficiency, and alternate bearing among 'Kerman' pistachio trees. *Journal of American Society Horticulture Science*, 112, 942-945.
16. Khoshgoftar, A. H. & Mirzapoor, M. H. (2006). Pistachio as a hervative crop in salt-affected soils of Qom Provines. *International conference on Impacys on soil quality attributes in Istahan*. Iran
17. Kucukoner, E. & Yurt, B. (2003). Some chemical characteristics of *Pistachio vera* varieties product in turkey. *European Food Research and Technology*, 217, 308-310.
18. Malakouti, M. J. & Tabatabaei, S. J. (2001). Innovative approach to balanced nutrition of fruit trees. Tehran, Iran. *Agricultural education Publication*. (in Farsi)
19. Malakouti, M. J., Keshavarz, P. & Karimian, N. (2008). *A comperehensive approach towards identification of nutrients deficiencies and optimal fertilization for sustainable agriculture*. 7th ed. With full revision, Tarbiat Modares University Press, Tehran, Iran, 755p. (in Farsi)
20. 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.
21. Milosevic, T. & Milosevic, N. (2011). Diagnose apricot nutritional status according to foliar analysis. *Plant Soil Environment*, 57(7), 301-306.
22. Mohamoodabadi, S., Panahi, B., Agharahimi, J. & Salajagheh, F. (2012). Determination of compounds existing in fruits of tree Pistachio (*Pistachio vera* L.) Cultivars in Kerman Province. *Journal of Biological and Environmental*, 6(16), 81-86.
23. Montanes, L., Heras, L., Abadia, J. & Sanzo, M. (1993). Plant analysis interpretation based on a new index: Deviation from Optimum Percentage (DOP) (Abstract). *Journal of Plant Nutrition*, 16(7), 1289-1308.
24. Morgan, M. A. & Jackson, W. A. (1989). Reciprocal ammonium transport into and out of plant roots, modifications by plant nitrogen status and elevated root ammonium concentration. *Journal of Experimental Botany*, 40, 207-214.
25. Picchioni, G. A., Brown, P. H., Weinbaum, S. A. & Muraoka, T. T. (1997). Macro nutrient allocation to leaves and fruit of mature, alternate-bearing pistachio trees: Magnitude and seasonal patterns at the whole canopy level. *Journal of American Society Horticultural Science*, 122, 267-274.
26. Rosecrance, R. C., Weinbaum, S. A. & Brown, P. H. (1995). Assessment of nitrogen, phosphorous, potassium uptake capacity and root growth in mature alternate- bearing pistachio (*Pistachio vera* L.) trees. *Tree Physiology Journal*, 16, 949-956.
27. Sedaghati, N., Sheibani Tazraji, Z., Tajabadipour, A., Hokmabadi, H., Haghdel, M. & Abdollahi Ezatabadi, M. (2009). *Pistachio Production Guide*. Publications of Pistachio Research Institute. Rafsanjan. Iran. 562.PP. (in Farsi)
28. Shoja-adine, M. (2003). *Pistachio, pests, deficiency and disease*. Frouzesh Publication of Karaj. 65. PP. (in Farsi)
29. Soyergin, S., Moltay, I., Genc, C. & Fidan, A. R. (2002). Nutrient status of olives grown in the Marmora region. *ISHS Acta Horticultural*, 586, 381-383.
30. Swietlik, D. (2002). Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. *Proceeding of Acta Hort*, 594, 123-129.
31. Tekin, H. & Guzel, N. (1992). *Influence of manure and inorganic fertilizers on growth, yield and quality of pistachio in the South-eastern Turkey*. University of Cukak Faculty of Agriculture. No. 182. Adana.
32. Uriu, K. & Crane, J. C. (1976). *Seasonal trends of minereal elements in pistachio leaves and procedures for leaf sampling*. *The pistachio Association*. Annual Report (1976), 35-39.

33. Van Beusichem, M. L., Kirkby, E. A. & Bass, R. (1988). Influence of nitrate and ammonium nutrition on the uptake, assimilation and distribution of nutrients in *Ricinus communis*. *Plant Physiology*, 86, 914-921.
34. Zarrouk, O., Gogorcena, Y., Gomez-Aparisi, J., Betran, J. A. & Moreno, M. A. (2005). Influence of almond x peach hybrids rootstocks on flower and leaf mineral concentration, yield and vigour of two peach cultivars. *Science Horticulture*, 106, 502-514.