کارایی محلول‌پاشی منابع مختلف آهن به همراه سولفات روی بر افزایش خصوصیات کمی و کیفی پسته رقم احمد آقایی

زهرا سلامت‌بخش[۱]، سیدمهدی میری[۲*] (نویسنده مسئول) و علی خانمیرزایی‌فرد[۳]

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران،
zhraslamtbkhsh@gmail.com

۲*- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران،
smmiri@kiau.ac.ir

۳- استادیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران،
alikhanmirzai@gmail.com

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۹

Efficiency of foliar application of different sources of iron with zinc sulfate on increasing the quantitative and qualitative characteristics of pistachio 'Ahmad Aghaei'

Zahra Salamatbakhsh[1], Seied Mehdi Miri[2*] (Corresponding author) and Ali Khanmirzaei Fard[3]

1- M.Sc Student, Department of Horticulture, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran,
zhraslamtbkhsh@gmail.com

2*- Associate Professor, Department of Horticulture, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran,
smmiri@kiau.ac.ir

3- Assistant Professor, Department of Soil Science, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran,
alikhanmirzai@gmail.com

Received: June 2020 Accepted: October 2020

چکیده

با توجه به آهکی و بالا بودن pH خاک اغلب مناطق پسته خیز ایران، جذب برخی عناصر همانند آهن و روی از خاک به وسیله درختان پسته به دشواری صورت می‌گیرد. در این شرایط، محلول‌پاشی عناصر غذایی نسبت به کاربرد خاکی روش مناسبتری برای تامین عناصر غذایی در گیاهانی است که کمبود دارند. به همین منظور، اثر محلول‌پاشی عناصر روی و آهن بر خصوصیات کمی و کیفی درختان پسته رقم احمدآقایی، آزمایشی به صورت طرح کاملا تصادفی با سه تکرار بررسی شد. محلول‌پاشی سیترات آهن (۰/۲ و ۰/٤ درصد)، سولفات آهن (۰/۲ و ۰/٤ درصد) یا کلات آهن (۰/۱ و ۰/۲ درصد) در ترکیب با سولفات روی (۰/۱ و ۰/۲ درصد) در اوایل خرداد و اوایل تیرماه (در مرحله پرشدن دانه) انجام شد. نتایج نشان داد بیشترین درصد خندانی پسته با سیترات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۱ یا ۰/۲ درصد و سولفات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد به دست آمد. محلول‌پاشی ترکیب منابع مختلف آهن با سولفات روی منجر به کاهش معنی‌دار درصد پسته‌های ریز و پوک شد بطوریکه بیشترین درصد پسته‌های ریز و پوک مربوط به شاهد ۱ (آب مقطر) و شاهد ۲ (کوددهی رایج منطقه) بود. وزن تر صد دانه نیز از ۱٤۰ گرم در شاهد ۱ به بیشترین مقدار خود (۱٦۲/۳ گرم) در سیترات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد رسید. نتایج این پژوهش نشان داد که در خاک‌های ماسه- لومی منطقه پاکدشت، محلول‌پاشی منابع مختلف آهن (به ویژه سیترات آهن) و سولفات روی می‌تواند منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی پسته گردد.

کلمات کلیدی: پسته، سولفات روی، سیترات آهن، درصد خندانی، محلول‌پاشی

Abstract

Due to the calcareous and high pH of the soil in most pistachio growing areas of Iran, the absorption of some elements such as iron and zinc from the soil by pistachio trees is difficult. Under these conditions, foliar application of nutrients is a better way to supply nutrients to deficient plants than to soil application. For this purpose, the efficiency of foliar application of different sources of iron along with zinc sulfate on the quantitative and qualitative characteristics of pistachio 'Ahmad Aghaei' was investigated in a completely randomized design with three replications. The experiment was carried out on 8-years old pistachio trees (cv. Ahmad Aghaei), which had been grafted on Fandoghi rootstock, at a commercial orchard in Pakdasht, Iran. Iron citrate (0.2 and 0.4%), iron sulfate (0.2 and 0.4%) or iron chelate (0.1 and 0.2%) in combination with zinc sulfate (0.1 and 0.2%) was carried out in early June and early July (at the filling stage). Pistachio fruits were picked up during the commercial harvest period, when the fruit reached a physiological maturity stage signalled by a reddish hull. The results of analysis of variance revealed that the effect of treatments on all studied traits was significant. The highest splitting rate (%) was obtained by iron citrate 0.4% + zinc sulfate 0.2%. The results of the Pearson correlation coefficients among the traits showed that there is a negative correlation between splitting rate (%) with small nut (%) and blankness (%) as well as a positive correlation with dry weight of 100 nuts, which shows that weight of nuts is the main cause of splitting rate. Foliar application of different sources of iron in combination with zinc sulfate led to a significant reduction in small nut (%) and blankness (%) so that the highest these two traits were related to control 1 (distilled water) and control 2 (common fertilization in the region). The fresh weight of 100 nuts from 140 g in control 1 reached to highest level (162.3 g) in iron citrate 0.4% + zincn sulfate 0.2%. The highest dry weight of 100 nuts was also related to this treatment. Foliar application of different sources of iron with zinc did not significantly increase total chlorophyll compared to controls. According to this study, in pistachio orchard with sandy loam soil in Pakdasht region, spraying of trees with different sources of iron (especially iron citrate) in combination with zinc sulfate could improve the qualitative and quantitative characteristics of pistachio.

Keywords: Iron citrate, Pistachio, Splitting rate, Spraying, Zinc sulfate

مقدمه و کلیات

درخت پسته اهلی (*Pistacia vera*) متعلق بـه راسـته سـداب (Rutales) و تیـره پسـته سـانان (Anacardiaceae) می‌باشد. این گیاه دو پایه و خزان پذیر بوده و بطـور عمـده در منـاطق خشـک و نیمـه خشک ایران کشت می‌شـود (Nobari *et al.*, 2012). خاکی که در آن پسته رشد می‌کند معمـولاً دارای pH و محتوای کربنات بالا و ماده آلی کـم اسـت. در ایـن خاکها، کمبود عناصری مانند روی (Zn)، آهن (Fe) و مس (Cu) می‌تواند شدید باشد که منجـر بـه کـاهش تولیـد میـوه و عملکـرد مـی‌گـردد (Tavallali and Rahemi, 2007; Gursoz *et al.*, 2010). از طرفـی دیگر، مسئله تخلیه خاک‌ها به خصوص در باغات بـا سنین بالا از بعضی از عناصر ماننـد پتاسـیم و عناصـر کم مصرف و نیز تجمـع زیـاد عنصـری ماننـد فسـفر خصوصاً در سطح خاک باغ‌های پسته موجب به هـم خوردن تعادل عناصر غذایی می‌شود (Hosseinifard *et al.*, 2008).

امروزه تاثیرات مطلوب محلول‌پاشی عناصر غذایی بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و کیفیت میوه بسیار واضح است (Mollapur *et al.*, 2016). Swietlik (۲۰۰۲) گزارش کرد که کاربرد خاکی روی زیاد مؤثر نیست و دلیل این امر را نفوذ عمیق ریشه گیاهان و تحرک بسیار کم روی در خاک عنوان نمود اما محلول‌پاشی روشی موثر برای برطرف کردن کمبود می‌باشد. ضمن اینکه روی بر جذب آهن توسط ریشه‌ها اثر آنتاگونیستی دارد (Shahriaripour and Tajabadipour, 2010).

کمبود آهن در حدود ۳۰ درصد از خاک‌های قابل کشت جهان گسترش یافته است (Gogorcena Aoiz *et al.*, 2004). آهن فلزی فعال است که در بسیاری از فرایندهای گیاهی از قبیل فتوسنتز، تنفس میتوکندریایی، همگون‌سازی نیتروژن، سنتز زیستی هورمون‌ها (اتیلن، اسید جیبرلیک و اسید جاسمونیک)، تولید و پاکسازی گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) و حفاظت اسمزی تأثیر زیادی دارد (Hansch and Mendel, 2009). اولین آثار کمبود عنصر آهن بر ساختار و عملکرد کلروپلاست است. بنابراین در شرایط کمبود آهن، کاهش محتوای آهن برگ با کاهش محسوس مقدار کلروفیل همراه است (Gogorcena Aoiz *et al.*, 2004). کلروز آهن نهایتاً باعث کاهش کیفیت و عملکرد میوه می‌شود (Alvarez-Fernandez *et al.*, 2006). منابع مختلف آهن نیز می‌توانند اثرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی متفاوتی بر گیاهان داشته باشند (Davarpanah *et al.*, 2020). روی از عناصر کم مصرف است که جهت تشکیل و تولید میوه مناسب با اندازه مطلوب مورد نیاز است. این عنصر در قسمتی از آنزیم کربونیک آنهیدراز در همه بافت‌های فتوسنتزی حضور دارد که برای بیوسنتز کلروفیل مورد نیاز است (Marschner, 2012). روی عامل اصلی حداقل ۳۰۰ آنزیم در گیاه است و در این آنزیم‌ها یا به عنوان یک کاتالیزور (کربوکسی پپتیداز، آلکالن فسفاتاز و فسفولیپاز) و یا ساختاری (الید هیدروژناز، CuZn-SOD و RNA پلیمراز) نقش دارد (Hajiboland, 2012). مطالعات نشان داده است که سولفات روی از طریق تحریک سنتز آنزیم های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز منجر به کاهش سطح گونه‌های اکسیژن فعال در پرتقال

می گردد (Hippler *et al*., 2015). گیاهان در کمبود روی از نظر ساخت هورمون‌ها به ویژه اکسین دچار مشکل می‌شوند و نشانه‌هایی مثل کوچک شدن برگ‌های انتهایی، ریزش برگ‌ها، رشد جوانه‌های جانبی در اثر از بین رفتن چیرگی انتهایی و ایجاد حالت جارویی در انتهای شاخه‌ها و نیز کاهش تعداد میوه به دلیل کمبود ساخت هورمون اکسین را به کمبود عنصر روی نسبت می‌دهند (Marschner, 2012; Razzaq *et al*., 2013). کمبود عنصر روی در پسته تعداد میوه در هر خوشه را به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد و بیشتر آنها پوک می‌شوند (Beede *et al*., 2005). Soliemanzadeh و همکاران (۲۰۱٤) گزارش کردند محلول‌پاشی عنصر روی باعث افزایش تشکیل میوه نهایی درختان پسته می‌گردد.

با توجه به مشکلات موجود در خاک باغات پسته که جذب برخی عناصر غذایی را با مشکل جدی مواجه می‌کند، این تحقیق به منظور کارایی محلول‌پاشی ترکیبات مختلف آهن همراه با روی بر کمیت و کیفیت محصول باغات پسته شهرستان پاکدشت انجام گرفت.

فرآیند پژوهش

این پژوهش در سال ۱۳۹۷ در یک باغ تجاری در شهرستان پاکدشت (استان تهران)، روستای ابراهیم‌آباد بخش شریف‌آباد روی درخت هشت ساله پسته احمدآقایی پیوندی روی پایه فندقی و با فاصله کاشت ۳×۵ متر به اجرا در آمد. برای بررسی وضعیت خاک، نمونه‌گیری از نقاط مختلف باغ انجام گرفته و در آزمایشگاه تجزیه شد (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات خاک باغ محل آزمایش

Table 1- Soil characteristics of experimental orchard

پارامتر	واحد	حد مطلوب	اندازه گیری شده
EC	dS/m	<۲	۳/۹۵
pH	-	۷/۵-٦/۵	۷/۷۷
O.C	٪	>۱/۵	۰/۵۲
T.N.V	٪	<۱۰	۱۲/۲۳
Total N	٪	>۰/۱۵	۰/۰٦
P (ava)	p.p.m	۱۵	٥٤/۰٤
K(ava)	p.p.m	٤۰۰	٦۸۰
Ca	%	-	۰/۱
Mg	%	-	۰/۰۲
B	p.p.m	۲	۲/۰۸
Fe	p.p.m	۱۵	Nd
Zn	p.p.m	۳	Nd
Cu	p.p.m	۲	۰/۵۱
Mn	p.p.m	۱۲	Nd
Clay	٪	۳۰-۲۰	۳
Silt	٪	٤۰-۳۰	۳۸
Sand	٪	۵۰-٤۰	۵۹
بافت خاک	-	Clay-loam	Sandy loam

Nd: **تشخیص داده نشد.**

در اسفندماه برای تقویت درختان، ۱۰۰ گرم اوره، ۱۰۰ گرم تریپل فسفات و ۱۰۰ گرم سولفات پتاسیم به صورت چالکود برای هر درخت بکار رفت. به منظور محلول‌پاشی، تعداد ٤٢ درخت تقریباً هم اندازه و در سال بارور (on) انتخاب گردید و در اوایل خرداد و اوایل تیر ماه (مرحله پرشدن دانه) محلول‌پاشی صورت گرفت. تیمارهای آزمایش شامل انواع منابع آهن [سیترات آهن (FeC) ۰/۲ و ۰/٤ درصد، سولفات آهن (FeS) ۰/۲ و ۰/٤ درصد، کلات آهن EDTA (FeE) ۰/۱ و ۰/۲ درصد] به صورت ترکیب با سولفات روی (ZnS) ۰/۱ و ۰/۲ درصد به کار رفت و دو تیمار شاهد شامل شاهد ۱ (محلول‌پاشی با آب مقطر) و شاهد ۲ (کوددهی رایج منطقه شامل محلول‌پاشی کود مایع کاریسل از شرکت سروش باران یک نوبت بعد از تشکیل میوه به میزان یک در هزار) در نظر گرفته شد.

میوه‌ها در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی (Soliemanzadeh *et al*., 2014) برداشت شده و صفات زیر اندازه‌گیری شدند: درصد خندانی، تعداد پسته‌های ریز (کوچکتر از ۱۵ میلی‌متر)، درصد میوه‌های پوک، وزن تر و خشک ۱۰۰ دانه، وزن تر و خشک برگ و میزان کلروفیل کل.

تحقیق حاضر در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها، از آنالیز واریانس توسط نرم افزار SPSS نسخه ٢٤ استفاده شد. همچنین گروه‌بندی میانگین‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن (DMRT) در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام گردید. ضرایب همبستگی بین صفات هم به روش پیرسون محاسبه شد.

نتایج و بحث

اثر محلول پاشی آهن و روی بر خصوصیات کمی و کیفی پسته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول‌پاشی آهن و روی بر کلروفیل کل در سطح احتمال ۵ درصد و سایر صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر محلول پاشی آهن و روی بر خصوصیات کمی و کیفی پسته

Table 2- Analysis of variance of foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative characteristics of pistachio

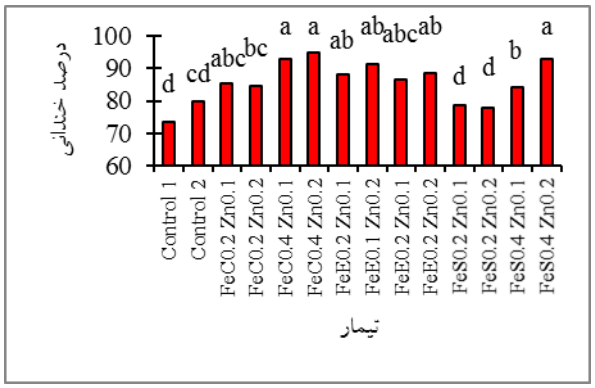
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (**MS**)							
		درصد خندانی	درصد پسته های ریز	درصد پسته های پوک	وزن تر صد دانه	وزن خشک صد دانه	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	کلروفیل کل
تیمار	۱۳	۱۲۰/۵۵۷**	۵۱/۲۵۳**	۱۰۰/۸۷۲**	٤٢٤/٦٥٤**	۲۸٤/٦۰۸**	۳/۵۰۹**	۰/۷٦۰**	۱/۲۰۷*
خطا	۲۸	۲۳/۸۱۰	۹/۳۳۳	٤۱/۷۱٤	٤۸/۲٦۲	٤٦/۰۷۱	۱/۲۲۵	۰/۲۷۹	۱/۰۹۹
ضریب تغیرات (٪)	-	۵/٦۹	۳/٤۸	۵/۵۳	٤/۷۹	۷/۱۱	۲۹/۲	۲۷/۸	۱۹/۳

*** و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد**

درصد خندانی: شکل شماره ۱ گویای این مطلب است که بیشترین درصد خندانی پسته با تیمارهای سیترات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۱ یا ۰/۲ درصد و سولفات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد به دست آمد که البته با کلیه تیمارهای ترکیب کلات آهن + سولفات روی اختلاف معنی داری نداشتند و همگی درصد خندانی را نسبت به شاهد ۱ (آب مقطر) و شاهد ۲ (کود معمول منطقه) افزایش دادند. این موضوع می‌تواند اهمیت تغذیه‌ای محلول پاشی منابع مختلف آهن و روی را در خندان شدن پسته بیان نماید.

داوری نژاد و همکاران (۱۳۸۸) نیز دریافتند محلول‌پاشی درختان پسته با آهن موجب افزایش معنی‌دار درصد خندانی در مقایسه با شاهد می‌شود، هرچند که Soliemanzadeh و همکاران (۲۰۱٤) و Norozi و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که اگر چه کاربرد سولفات روی در پسته غلظت این عنصر را در برگ افزایش داد، اما تأثیری بر خندانی ندارد. آنها اظهار داشتند که احتمالا روی نقش مهمی در خندانی پسته ایفا نمی‌کند که این امر می‌تواند به خاطر تحرک محدود روی باشد.

خندانی یکی از خصوصیات مهم پسته است که از یک رقم به رقم دیگر متفاوت است و یک عامل مهم برای انتخاب رقم مناسب برای تولید تجاری می‌باشد. خندان شدن پسته از مرداد ماه شروع شده و عوامل مختلفی از قبیل زمان برداشت، رژیم آبیاری، وضعیت تغذیه‌ای گیاه و نوع واریته بر آن تأثیرگذار می‌باشد (Okay *et al.*, 2010). نتایج همبستگی (جدول ۳) نشان داد که بین درصد خندانی و درصد میوه های ریز و پوک همبستگی منفی و با وزن خشک صد دانه رابطه مثبتی وجود دارد که نشان می‌دهد افزایش وزن و حجم مغز، عامل اصلی میزان خندانی است و عواملی که باعث افزایش وزن مغز می‌شوند روی خندان شدن میوه نیز اثر می‌گذارند (Rahemi and Asghari, 2004).

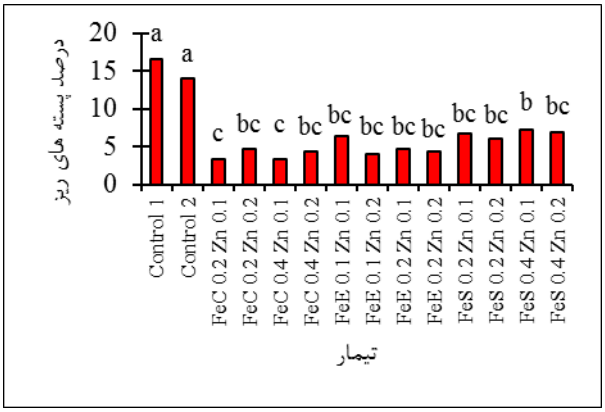


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر آهن و روی بر درصد خندانی

Figure 1- Effect of iron and zinc on splitting rate (%)

درصد پسته‌های ریز

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با کاربرد تیمارهای محلول‌پاشی، درصد پسته‌های ریز کاهش معنی‌دار نسبت به شاهد داشت. بیشترین درصد پسته‌های ریز در تیمارهای شاهد ۱ (۱٦/٦ درصد) و شاهد ۲ (۱٤ درصد) و کمترین آن (۳/۳۳ درصد) در تیمارهای محلول‌پاشی سیترات آهن ۰/۲ درصد یا ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد بود که البته فقط با تیمار سولفات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد اختلاف معنی‌دار داشتند (شکل ۲).

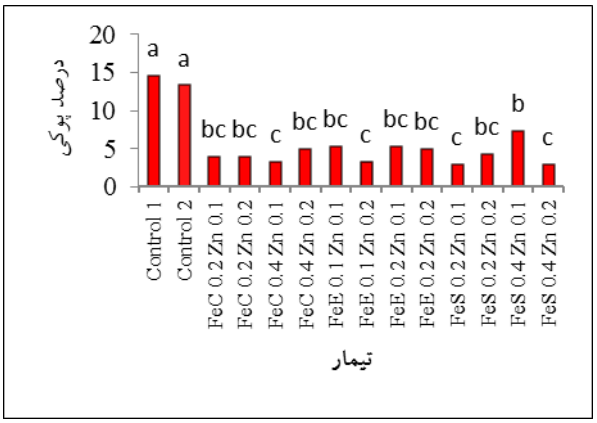


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر آهن و روی بر درصد پسته های ریز

Figure 2- Effect of iron and zinc on percentage of small fruits

این بدین معنی است که افزایش مصرف آهن سیترات در مقادیر ۰/۲ به ۰/٤ درصد همراه با روی توانسته است موجب کاهش معنی‌دار پسته‌های ریز شود که این موضوع نقش مهمی در بازار پسندی این محصول ایفا می‌کند. اندازه دانه در درختان پسته اغلب تحت تاثیر عواملی از قبیل وضعیت تغذیه گیاه، میزان عملکرد، رژیم آبیاری و هرس کردن قرار دارد (Okay *et al.*, 2010). نتایج گزارش محققین گویای این مطلب است که مصرف آهن به صورت محلول-پاشی اندازه دانه را در پسته افزایش داد (Tekin *et al.*, 2000).

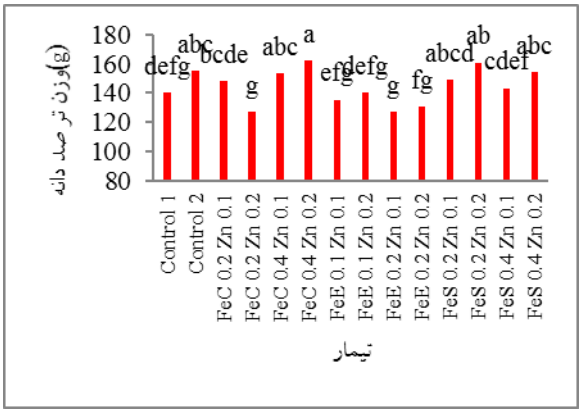
درصد پوکی: مشابه یافته‌های درصد میوه‌های ریز، نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با کاربرد تیمارهای محلول‌پاشی، درصد پوکی کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت و با نتایج داوری نژاد و همکاران (۱۳۸۸) که مشاهده کردند در تیمار آهن بیشترین درصد میوه مغزدار وجود دارد و Norozi و همکاران (۲۰۱۹) که دریافتند محلول‌پاشی سولفات روی موجب کاهش درصد میوه‌های پوک می‌شود مطابقت دارد، اما برخلاف نتایج Soliemanzadeh و همکاران (۲۰۱٤) بود که اظهار داشتند محلول پاشی آهن و روی تاثیری بر درصد پوکی ندارد. بیشترین درصد پوکی در تیمار شاهد ۱ (۱٤/٦ درصد) و شاهد ۲ (۱۳/۳ درصد) و کمترین آن (۳/۳۳ درصد) در تیمارهای محلول‌پاشی سیترات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد، کلات آهن ۰/۱ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد، سولفات آهن ۰/۲ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد و سولفات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد مشاهده شد که البته با سایر تیمارها بجز سولفات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد اختلاف معنی داری نداشتند (شکل ۳). پوکی یا تولید میوه‌های فاقد مغز که در اثر عدم انجام گرده افشانی یا سقط جنین ایجاد می‌شود یکی از خصوصیات گونه‌های مختلف پسته می‌باشد. میزان پوکی بر حسب نوع، رقم، نوع پایه، نوع دانه گرده، سال آوری و شرایط تغذیه‌ای متغیر می‌باشد (Ferguson *et al.*, 2005). کمبود آهن و روی در پسته باعث عدم رشد مغز بطور کامل شده و یا باعث تولید میوه پوک می شود که در نهایت منجر به کاهش اندازه و تعداد میوه و افزایش پوکی میوه پسته می‌گردد (داوری نژاد و همکاران، ۱۳۸۸؛ Beede *et al.*, 2005).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر آهن و روی بر درصد پوکی

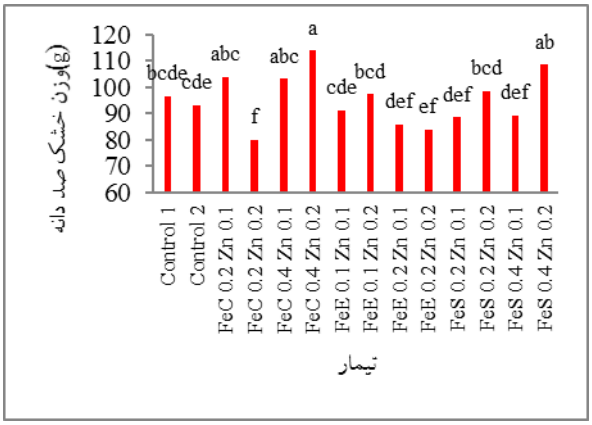
Figure 3- Effect of iron and zinc on percentage of blankness

وزن تر و خشک صد دانه: وزن تر صد دانه از ۱۴۰ گرم در شاهد ۱ به بیشترین مقدار خود (۱۶۲/۳ گرم) در تیمار سیترات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد رسید (شکل ٤). همچنین بیشترین وزن خشک صد دانه مربوط به همین تیمار بود (شکل ۵) که مشابه نتایج Soliemanzadeh و همکاران (۲۰۱٤) می باشد. Norozi و همکاران (۲۰۱۹) نیز دریافتند محلول‌پاشی ترکیب سولفات پتاسیم همراه با سولفات روی موجب افزایش عملکرد تر و خشک پسته می‌شود. وزن صد دانه پارامتری موازی با اندازه دانه می‌باشد، هر چند که همبستگی معنی داری بین درصد میوه های ریز با وزن تر و خشک میوه مشاهده نشد (جدول ۳).



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر آهن و روی بر وزن تر صد دانه

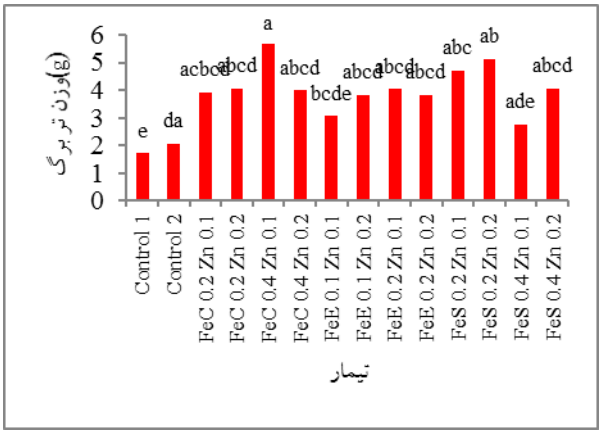
Figure 4- Effect of iron and zinc on fresh weight of 100 nuts



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر آهن و روی بر وزن خشک صد دانه

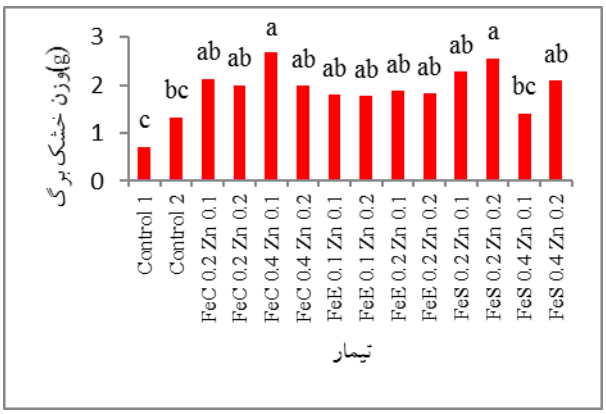
Figure 5- Effect of iron and zinc on dry weight of 100 nuts

وزن تر و خشک برگ: وزن تر برگ از ۱/۷۳ گرم در شاهد ۱ به بیشترین مقدار خود (۵/٦٦ گرم) در تیمار سیترات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد رسید (شکل ٦). بالاترین وزن خشک برگ نیز با تیمارهای سیترات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۱ یا ۰/۲ درصد و سولفات آهن ۰/۲- درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد بدست آمد (شکل ۷). محلول‌پاشی آهن و روی، فراورده‌های فتوسنتزی را داخل بافت گیاه افزایش داده که خود باعث کاهش ریزش برگ شده و قدرت و دوام آن را افزایش می‌دهد (Sajid *et al.*, 2010). بین وزن تر و خشک برگ با درصد میوه‌های ریز و پوک همبستگی منفی معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۳) که بیانگر آن است افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه منجر به بهبود اندازه میوه می‌گردد.



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر آهن و روی بر وزن تر برگ

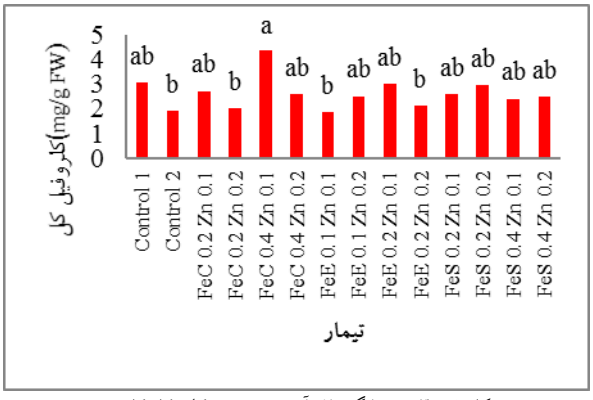
Figure 6- Effect of iron and zinc on leaf fresh weight



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر آهن و روی بر وزن خشک برگ

Figure 7- Effect of iron and zinc on leaf dry weight

کلروفیل کل: بر اساس مقایسه میانگین‌ها، بیش‌ترین میزان کلروفیل کل (٤/٣٥ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در تیمار سیترات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد مشاهده شد که فقط با تیمارهای سیترات آهن ۰/۲ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد، کلات آهن ۰/۱ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد و کلات آهن ۰/۲ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد اختلاف معنی‌دار داشت (شکل ۸) که با نتایج داوری نژاد و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت دارد. بطور مشابهی، Norozi و همکاران (۲۰۱۹) نیز دریافتند محلول‌پاشی روی به تنهایی باعث افزایش معنی‌دار کلروفیل کل برگ پسته نسبت به شاهد نشد. از طرفی، Domenico Rombola و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که میزان کلروفیل در درختان کیوی تیمار شده با کلات آهن به دلیل نقش آهن در سنتز کلروفیل به طور قابل توجهی افزایش یافت. در شرایط کمبود آهن سنتز کلروفیل بطور زیادی کاهش می‌یابد که عمدتا مربوط به از بین رفتن پروتئین است (Roosta and Mohammadi, 2013).



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر آهن و روی بر کلروفیل کل

Figure 8- Effect of iron and zinc on total chlorophyll

نتیجه گیری کلی

با توجه به خصوصیات اکثر خاک‌های مناطق پسته‌کاری که دارای خاک‌های با EC، pH و آهک بالا هستند، محلول‌پاشی عناصر غذایی ریزمغذی به ویژه آهن و روی می‌تواند اثرات مفیدی بر روی خصوصیات کمی و کیفی محصول باغات پسته داشته باشد. تحقیق بیشتر در این زمینه، برای مکان‌های مختلف پسته کاری کشور برای بدست آوردن بیشترین عملکرد و کیفیت محصول تولیدی ضروری به نظر می رسد. بر اساس این تحقیق، بهترین ترکیب پیشنهادی برای باغات پسته پاکدشت ترکیب سیترات آهن ۰/٤ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد می‌باشد.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین صفات به روش پیرسون

Table 3- Pearson correlation coefficients among characteristics

صفت	درصد خندانی	درصد پسته‌های ریز	درصد پوکی	وزن تر صد دانه	وزن خشک صد دانه	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	کلروفیل کل
درصد خندانی	۱							
درصد پسته‌های ریز	-۰/۵۱۲**	۱						
درصد پوکی	-۰/۵۲۲**	۰/۷۸۳**	۱					
وزن تر صد دانه	-۰/۰۲۱	۰/۱۰۹	۰/۰۰۳	۱				
وزن خشک صد دانه	۰/۳۰۷*	-۰/۰۹٤	-۰/۱۳۹	۰/٦۲۰**	۱			
وزن تر برگ	۰/۲۷٦	-۰/۵۳٤**	-۰/۵۱۲**	۰/۲۳۷	۰/۱۵۳	۱		
وزن خشک برگ	۰/۲٤۱	-۰/۵۳۳**	-۰/۵۰۱**	۰/۲۸٦	۰/۱۷٤	۰/۹۲۹**	۱	
کلروفیل کل	۰/۰٤۳	-۰/۰۱٤	-۰/۰۳۷	۰/۰٦٦	۰/۰٦۳	۰/۱۰۳	۰/۰٤۱	۱

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

منابع

۱) داوری نژاد، غ.ح.، عزیزی، م.، آخرتی، م. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی برخی از عناصر غذایی بر خصوصیات کمی، کیفی و سال آوری درختان پسته. نشریه علوم باغبانی. ۲۳(۲): ۱۰-۱.

2) Alvarez-Fernandez, A., Garcıa-Lavina, P., Fidalgo, J., Abadıa, J., Abadıa, A. 2004. Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. Plant and Soil. 262: 5-15.

3) Beede, R.H., Brown, P.H., Kallsen, C., Weinbaum, S.A. 2005. Diagnosing and correcting nutrient deficiencies. In: Ferguson, L.E. (ed), Pistachio Production Manual. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California: Oakland. Pp: 147-157.

4) Davarpanah, S., Tehranifar, A., Zarei, M., Aran, M., Davarynejad, G., Abadía, J. 2020. Early season foliar iron fertilization increases fruit yield and quality in pomegranate. Agronomy. 10(6): 832.

5) Domenico Rombola, A., Toselli, M., Carpintero, J., Ammari, T., Quartieri, M., Torrent, J., and Marangoni, B. 2007. Prevention of iron-deficiency induced chlorosis in kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) through soil application of synthetic vivianite in a calcareous soil. Journal of Plant Nutrition, 26 (11): 2031- 2041.

6) Ferguson, L.E., Sanden, V., Gratten, S., Epstein L., Krueger, B. 2005. Pistachio root-stock. In: Ferguson, L.E. (ed), Pistachio Production Manual. Division of Agriculture and Natural Resources. University of California. Oakland, pp: 67-73.

7) Gursoz, S., Gokoglu, S., Ak, B.N. 2010. Determination of mineral nutrition contents of grape and pistachio cultivars grown as inter planted orchard. Options Mediterraneennes. 94: 25-30.

8) Gogorcena Aoiz, Y., Abadía Bayona, J., Abadía Bayona, A. 2004. A new technique for screening iron-efficient genotypes in peach rootstocks elicitation of root ferric chelate reductase by manipulation of external iron concentrations. Journal of Plant Nutrition. 27: 1701-1715.

9) Hajiboland, R. 2012. Effect of micronutrient deficiencies on plants stress responses. In: Ahmad, P. Prasad, M.N.V. (eds.), Abiotic Stress Responses in Plants: Metabolism, Productivity. Springer and Business Media, pp. 283-329.

10) Hansch, R., Mendel, R.R. 2009. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). Current Opinion in Plant Biology. 12: 259-266.

11) Hippler, F.W.R., Boaretto, R.M., Quaggio, J.A., Boaretto, A.E., Abreu-Junior, C.H., Mattos, D.Jr. 2015. Uptake and distribution of soil applied zinc by citrus trees-addressing fertilizer use efficiency with ^{68}Zn labeling. PLOS ONE. 10(3). e0116903.

12) Hosseinifard, S. J., Heidarinejad, A., Sedaghati, N. and Mohammadi, A. 2008. Priority determining of pistachio nutritional requirement by DRIS method.

International Meeting on Soil Fertility, Land management and Agroclimatology, Turrkey.

13) Marschner, H. 2012. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London.

14) Mollapur, Y., Miri, S.M., Hadavi, E. 2016. Comparison of foliar fertilizers and growth regulators on pre-harvest drop and fruit quality of 'Thompson Navel' orange. Open Agriculture. 1(1): 112-117.

15) Nobari, F., Afshari, H., Miri, S.M., Hokmabadi, H. 2012. An investigation of cold tolerance on chemical properties (proline, protein, and sugar) of the flower buds in four commercial cultivars of Damghan local pistachio. Journal of Nuts. 3(2): 1-8.

16) Norozi, M., ValizadehKaji, B., Karimi, R., Nikoogoftar Sedghi, M. 2019. Effects of foliar application of potassium and zinc on pistachio (*Pistacia vera* L.) fruit yield. International Journal of Horticultural Science and Technology. 6(1): 113-123.

17) Okay, Y., Kouml, A. İ., Kouml, M., Alagouml, R. 2010. The effects of pruning and fertilization applications on yield and some fruit characteristics of pistachio nuts (*Pistacia vera* L.). African Journal of Agricultural Research. 5(24): 3417-3426.

18) Rahemi, M. and Asghari, H. 2004. Effect of hydrogen Cyanamid (dormex), volk oil and potassium nitrate on budbreak, yield and nut characteristics of pistachio (*Pistacia vera* L.). Journal of Horticulture Science and Biotechnology, 70: 723-827.

19) Razzaq, K., Khan, A.S., Malik, A.U., Shahid, M., Ullah, S. 2013. Foliar application of zinc influences the leaf mineral status, vegetative and reproductive growth, yield and fruit quality of 'Kinnow' mandarin. Journal of Plant Nutrition. 36: 1479-1495.

20) Roosta, H.R., Mohammadi, Z. 2013. Improvement of some nut quality factors by manure, ammonium, and iron application in alkaline soil pistachio orchards. Journal of Plant Nutrition. 36(5): 691-701.

21) Sajid, M., Rab, A., Ali, N., Arif, M., Ferguson, L., Ahmed, M. 2010. Effect of foliar application of Zn and B on fruit production and physiological disorders in sweet orange cv. blood orange. Sarhad Journal Agriculture. 26(3): 355-360.

22) Shahriaripour, R., Tajabadipour, A. 2010. Zinc nutrition of pistachio: interaction of zinc with other trace elements. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 41(15): 1885-1888.

23) Soliemanzadeh, K., Mozafari, V., Kamali, M. 2014. Treatment of pistachio trees with zinc and copper in time of swollen bud in two consecutive years. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 45(8): 1025-1036.

24) Swietlik, D. 2002. Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. Acta Horticulturae. 594: 123-129.

25) Tavallali, V., Rahemi, M. 2007. Effect of rootstock on nutrient acquisition by leaf, kernel and quality of pistachio (*Pistacia vera* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 2(3): 240-246.

26) Tekin, H., Arpacı, S., Yükçeken, Y., Çakır, İ. 2000. Correction of lime chlorosis in pistachio orchards. Bahçe, 29(1/2): 19-25.