

اثرات محلول‌پاشی آهن از منابع سولفات‌ها و کلاته بر عملکرد و کیفیت میوه درختان پسته رقم

اوحدی در استان کرمان

سید جواد حسینی فرد^{۱*}، ناصر صداقتی^۱، اکبر محمدی محمدآبادی^۲، حمید علی‌پور^۱

محمد رضا نیکویی دستجردی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۰۱

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۹/۲۰

چکیده

در مناطق پسته‌کاری به دلیل بالا بودن pH خاک جذب عناصر غذایی کم‌نیاز از خاک با مشکل مواجه است. یکی از راه‌های رفع این مشکل محلول‌پاشی این عناصر می‌باشد که بعد از انجام تجزیه برگ و تشخیص کمبود هر یک از عناصر قابل استفاده است. در این پژوهش اثرات محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف آهن از دو منبع سولفات‌ها و کلاته در دو فاصله زمانی متفاوت بر غلظت آهن گیاه، عملکرد و کیفیت میوه، مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهش در چهار باغ یک هکتاری شامل دو باغ در شهرستان رفسنجان، یک باغ در شهرستان کرمان و یک باغ در شهرستان انار از مناطق پسته‌کاری استان کرمان روی درختان رقم اوحدی (فندق) انجام شد. آزمایش در قالب طرح اسپلیت پلات با فاکتور اصلی فاصله زمانی محلول‌پاشی‌ها در دو سطح ۱۵ و ۳۰ روز و فاکتور فرعی نوع و غلظت‌های متفاوت کودهای حاوی آهن در پنج سطح شامل سولفات آهن ۲۴ درصد با غلظت‌های یک و دو در هزار و کلات آهن ۶ درصد با غلظت‌های یک‌ونیم و سه در هزار و شاهد (محلول‌پاشی با آب) در سه تکرار و هر تکرار شامل پنج درخت اجرا شد. اولین محلول‌پاشی اوایل اردیبهشت ماه بعد از کامل شدن برگ و در مراحل اولیه رشد میوه (مرحله ارزنی شدن میوه) انجام شد. وزن تر و خشک محصول، درصد پوکی، درصد خندانی، وزن صددانه محصول (اونس پسته)، درصد زودخندانی، طول و قطر شاخه سال جاری، تعداد جوانه‌های زایشی و رویشی، درصد ریزش جوانه‌ها و همچنین غلظت آهن برگ مورد اندازه‌گیری و محاسبه قرار گرفت. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی کودهای آهن بر روی درختان پسته دارای کمبود این عنصر، اثرات مثبتی روی کمیت و کیفیت پسته دارد. در مجموع، سه مرتبه محلول‌پاشی آهن از منبع کلاته Fe-EDTA ۶ درصد (ساخت

^۱ استادیار پژوهشی، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

* نویسنده مسئول: hosseini.fard@pri.ir

^۲ مربی پژوهشی، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

^۳ کارشناس ارشد، پژوهشکده پسته، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

داخل کشور) با غلظت ۱/۵ در هزار به فاصله ۱۵ یا ۳۰ روز از یکدیگر بیشترین اثر را در بهبود کمیت و کیفیت پسته داشت. بر اساس نتایج آزمایش، انجام محلول‌پاشی تیمار ذکر شده فوق در باغ‌های پسته دارای کمبود آهن، باعث افزایش ۷۲ کیلوگرم در هکتار محصول پسته خشک شد. همچنین میزان پوکی، زودخندانی پسته و ریزش جوانه‌های زایشی به ترتیب ۸، ۱/۳ و ۷ درصد کاهش نشان داد. درصد خندانی نیز ۵ درصد افزایش و انس پسته یک واحد کاهش یافت.

واژه‌های کلیدی: آهن برگ، انس پسته، پسته فندق، درصد پوکی پسته

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی نواحی خشک و نیمه خشک ایران است. ایران با حدود ۴۰۰ هزار هکتار سطح زیرکشت از بزرگترین تولیدکنندگان این محصول در دنیا به‌شمار می‌آید و در حال حاضر استان کرمان و به‌خصوص شهرستان رفسنجان مهم‌ترین منطقه پسته‌کاری ایران می‌باشند. به دلیل اهمیت اقتصادی این محصول و سازگاری آن با شرایط نامساعد محیطی از جمله شوری آب و خاک و مقاومت به خشکی و کم‌آبی، امروزه مناطق وسیعی در ایران به کشت این محصول اختصاص یافته است (پورمحمدعلی و همکاران، ۱۳۹۶؛ Hasheminasab & Assad, 2015). این در حالی است که مقدار تولید پسته در ایران در حدود ۲۵۰-۱۵۰ هزار تن است. بنابراین مشخص می‌گردد که مقدار تولید در واحد سطح پایین است. از دلایل این امر می‌توان به سیستم خرده‌مالکی حاکم بر باغ‌های پسته، کمیت و کیفیت پایین آب آبیاری، شور و آهکی بودن اغلب خاک‌های مناطق پسته‌کاری، رهاشدن برخی باغ‌های پسته به دلایل گوناگون، شرایط اقلیمی و مدیریت ضعیف باغ‌ها در جنبه‌های مختلف، اشاره نمود. یکی از جنبه‌های ضعیف مدیریتی در این مناطق، مدیریت تغذیه و کوددهی باغ‌ها یا به‌طور کلی مدیریت خاک و تغذیه گیاه می‌باشد. اغلب باغداران پسته‌کار سالیان متمادی بدون توجه به نیاز خاک و درختان پسته و به‌طور سنتی به کوددهی در باغ‌های خود پرداخته‌اند و این مسئله باعث برهم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک و درختان پسته گردیده است که یکی از دلایل مهم عملکرد پایین محصول پسته در بسیاری از مناطق به‌شمار می‌آید (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۹۶). علاوه بر این، بالابودن pH، مقدار کربنات کلسیم و بی‌کربنات و پایین بودن درصد مواد آلی و همچنین در مواردی بالابودن فسفر در این مناطق می‌تواند باعث کاهش فراهمی عناصر کم‌مصرف از جمله آهن در خاک و در نتیجه کمبود آن در گیاه شود (Mirzapour & Khoshgoftarmansh, 2013). تحقیقات انجام شده در مورد وضعیت تغذیه‌ای درختان پسته، در مناطق پسته‌کاری استان کرمان نشان داده است که باغ‌های پسته با عملکرد پایین به‌طور کلی دارای ترتیب نیاز عناصر غذایی

به صورت $Mn > Zn > K > Fe > N > Cu > P > Ca > B > Mg$ می‌باشند (حسینی فرد و همکاران، ۱۳۹۶؛ Hosseinifard *et al.*, 2008). در این توالی، عنصر آهن (Fe) در اولویت چهارم از نظر کمبود در باغ‌های با عملکرد پایین قرار دارد.

گیاهان برای رشد بهینه به عرضه مداوم آهن نیاز دارند (Wiersma, 2005). آهن یکی از اساسی‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده سیستم‌های اکسید و احیا کننده گیاهان است و به علت توانایی در تغییر ظرفیت می‌تواند به عنوان یک جز اساسی در سیستم اکسید و احیا، انتقال الکترون را تسهیل نماید. آهن از مهم‌ترین ترکیبات آنزیم‌های مرتبط با انتقال الکترون مثل سیتوکروم، پروتئین و سولفور آهن می‌باشد. همچنین آهن جز اصلی پروتئین‌های مرتبط با فتوسنتز و تثبیت نیتروژن و تنفس می‌باشد (طلایی، ۱۳۷۷). بیشترین مقدار آهن در کلروپلاست برگ‌های سبز وجود دارد. کم‌تحرک بودن و جذب کم آهن یکی از دلایل مهم و اصلی برای کلروز آهن در گیاهانی است که در خاک‌های آهنی رشد می‌کنند (Romheld & Marschner, 1990). به‌طور معمول درختانی که دچار کمبود آهن هستند درجات مختلفی از زردی بین رگبرگ‌ها را نشان می‌دهند (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۸). گاهی کمبود آهن حتی با وجود مقدار زیادی از آهن پیش می‌آید. به این جهت درجه‌ی تأمین آهن درخت از طریق مقدار آهن فعال و یا همچنین نسبت آهن به منگنز (Fe/Mn) مشخص می‌شود. حد بحرانی آهن در برگ درختان پسته در اواخر تیرماه تا اواسط مردادماه ۸۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم ماده‌ی خشک گزارش شده است (صالحی، ۱۳۸۵). بسیاری از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها نظیر درشتی بافت (شنی بودن)، pH بالا، آهک بالا، ظرفیت تبادل کاتیونی پایین و میزان ماده‌ی آلی کم، قابلیت استفاده‌ی آهن را برای گیاهان تحت تأثیر قرار داده و باعث کمبود آهن می‌شوند (Lindsay & Schwab, 1982). یکی از مهم‌ترین دلایل اصلی کمبود آهن در خاک‌های آهنی جنوب ایران، غلظت بالای بی‌کربنات است (ملکوتی و طباطبایی، ۱۳۷۸؛ Pestana *et al.*, 2005). همچنین مصرف بی‌رویه و بیش‌از‌نیاز کودهایی هم‌چون فسفات آمونیوم در خاک‌های آهنی، باعث کمبود سایر عناصر کم‌مصرف هم‌چون آهن، روی و مس در این خاک‌ها شده است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۸).

کلروز آهن در گیاهان یک مشکل قدیمی است که در خاک‌های آهنی و یا قلیایی اتفاق می‌افتد (Marschner, 1995; Mengel *et al.*, 2001). از جمله گیاهان حساس به کمبود آهن می‌توان سیب، به، زردآلو، انگور، گردو، گردوی آمریکایی، مرکبات، آووکادو، موز، جو، لوبیا، پنبه، یولاف، بادام زمینی، سیب زمینی، سورگوم، سویا، سبزیجات، گیاهان زینتی (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷) و هم‌چنین هلو و گلابی (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷؛ Tagliavini & Rombola, 2001) را نام برد.

گرچه کلات آهن (Fe – EDDHA) به عنوان یک منبع مؤثر برای رفع کمبود آهن تشخیص داده شده است (Mortvedt *et al.*, 1991; Ghasemi-Fasaei *et al.*, 2005) اما در ایران استفاده از کلات Fe-EDDHA به دلیل وارداتی بودن و قیمت بالای آن چندان صرفه اقتصادی نداشته و محدود می باشد.

بر اساس گزارشات موجود به دلیل اثر متقابل بین عناصر به ویژه آهن و منگنز در خاک، در بعضی موارد کاربرد کلات Fe-EDDHA ممکن است باعث بروز اختلالات تغذیه ای سایر عناصر کم مصرف به ویژه منگنز شود (Roomizadeh & Karimian, 1996). تحقیقات صورت گرفته در خاک های آهکی در مورد تأثیر مصرف کودهای آهن و منگنز بر روی بعضی از گیاهان دولپه ای نظیر سویا (Gholamalizadehahangar *et al.*, 1995; Roomizadeh & Karimian, 1996; Ghasemi-Fasaei *et al.*, 2005) و نخود (Ghasemi-Fasaei *et al.*, 2005) نشان داده که کلات آهن باعث کاهش عملکرد ماده ی خشک اندام هوایی و هم چنین کاهش غلظت منگنز در نخود شده است اما عملکرد ماده ی خشک اندام هوایی در سویا را افزایش داده است.

محلول پاشی عناصر غذایی معدنی کم مصرف در گیاهان دارای کمبود، نسبت به کاربرد خاکی، در خاک های نامناسب ارجح بوده و روش مناسبتری به شمار می آید (Erdall, 2004). چگونگی تأثیر محلول پاشی ها به فاکتورهای مختلفی از جمله ضریب جذب عنصر غذایی به وسیله برگ، زمان کاربرد (در روز و در فصل) pH مخلوط مورد استفاده، غلظت و تکنیک محلول پاشی و شرایط محیطی بستگی دارد. علاوه بر این فاکتورها، باید اثرات محلول پاشی روی سوختگی برگ و میوه را در نظر داشت (Brown, 1990).

محققین اثرات مثبت محلول پاشی ترکیبات مختلف آهن در درختان میوه را گزارش نموده اند (Patel *et al.*, 2010; Hamouda *et al.*, 2015, 2016; Rajaie & Tavakoly, 2018).

Patel *et al.* (۲۰۱۰) محلول پاشی توام سولفات آهن (۰/۵ درصد) و سولفات روی (۰/۵ درصد) را نسبت به کاربرد خاکی، برای بهبود عملکرد و کیفیت میوه موز ارجح دانسته اند و اظهار کرده اند که این محلول پاشی باعث افزایش ۲۳ کیلوگرم وزن خوشه و ۲۵ میلی گرم بر صد گرم مقدار اسید اسکوربیک میوه شده است (Patel *et al.*, 2010). سه مرتبه محلول پاشی ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر سولفات آهن روی درختان چهار ساله انار توانسته باعث افزایش ۲۵ درصدی وزن محصول شود (Hamouda *et al.*, 2016). Hamouda *et al.* (۲۰۱۵) برای بهبود عملکرد و کیفیت میوه گلابی و همچنین افزایش غلظت آهن برگ دو مرتبه محلول پاشی با استفاده از Fe-EDTA و سولفات آهن (هر دو با غلظت ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر) را توصیه نموده اند. Rajaie & Tavakoly (۲۰۱۸) با مقایسه کاربرد خاکی Fe-EDDHA و محلول پاشی چند نوع کود آهن، اسید سولفوریک، اسید سیتریک و همچنین غلظت های مختلف سولفات آهن با pH های متفاوت روی

درختان پرتقال در خاک‌های آهنی استان فارس نتیجه گرفتند که گرچه مقدار کلروفیل، غلظت آهن برگ و خصوصیات کمی و کیفی میوه با کاربرد ۷۵ گرم Fe-EDDHA برای هر درخت در حد بهینه تامین می‌شوند ولی محلول‌پاشی مکرر این ترکیب یا محلول‌های اسیدی سولفات آهن نیز می‌توانند نتایج مناسبی به دنبال داشته باشند.

در مورد اثرات کاربرد آهن بر روی درختان پسته و کاربرد خاکی و محلول‌پاشی این عنصر از منابع مختلف کلاته و سولفات‌ها تحقیقی در کشور ترکیه نشان داده است (Tekin *et al.*, 1995; 1997) که سه مرتبه محلول‌پاشی سولفات آهن با غلظت ۵۵ ppm و pH=۳ مؤثرترین تیمار بوده است. اولین محلول‌پاشی در اوایل رشد میوه صورت گرفته و دفعات بعدی با فاصله ۳۰-۱۵ روز بوده است. آنان همبستگی مثبتی بین سطوح آهن و وزن صد دانه پیدا کرده‌اند. کاربرد محلول ۰/۱۳ درصد Fe-EDTA به مدت سه سال باعث افزایش غلظت آهن برگ در درختان پسته تیمار شده به ۱۶۸ میکروگرم بر گرم ماده خشک شده در حالی که برگ درختان تیمار نشده ۷۵ میکروگرم بر گرم ماده خشک آهن داشته‌اند. تحقیقی در مورد اثر شوری و کاربرد آهن روی رشد نهال پسته نشان داده است که ۲ میلی گرم بر کیلوگرم آهن قابل عصاره‌گیری با روش DTPA در خاک و غلظت ۱۳۴-۸۳ میکروگرم بر گرم ماده خشک در برگ کافی بوده است و اثر متقابلی بین آهن و کلرید سدیم مشاهده نکردند (Sepaskhah *et al.*, 1985). Soliemanzadeh *et al.*, (۲۰۱۳) با محلول‌پاشی سولفات آهن با غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به همراه روی و مس در مرحله تشکیل میوه (Fruit Set) و هنگام تورم جوانه‌ها روی درختان پسته نتیجه گرفتند که بالاترین سطح از تشکیل میوه اولیه در درختان محلول‌پاشی شده با آهن (۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و روی (۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) اتفاق افتاد در حالی که حداکثر درصد تشکیل میوه نهایی با محلول‌پاشی آهن (۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و مس (۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) به دست می‌آید.

بنابراین با توجه به اهمیت عنصر آهن در مناطق پسته‌کاری ایران و محدودیت در شرایط جذب این عنصر از خاک‌های آهنی این مناطق و همچنین عدم وجود تحقیقات انجام شده در مورد محلول‌پاشی این عنصر از منابع معدنی و آلی در طول فصل رشد روی ارقام تجاری پسته ایران، این پژوهش طراحی و اجرا شد. در این تحقیق اثرات محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف آهن از دو منبع سولفات‌ها و کلاته که برای استفاده در مناطق پسته‌کاری در دسترس باغداران است، در دو فاصله زمانی متفاوت بر روی غلظت آهن گیاه، عملکرد و کیفیت میوه درختان پسته رقم اوحدی مورد بررسی قرار گرفت. تعیین بهترین غلظت، منبع و فاصله زمانی بین محلول‌پاشی‌ها، برای عنصر آهن از اهداف این تحقیق بود.

مواد و روش‌ها

جهت انجام این آزمایش چهار باغ یک هکتاری در شهرستان‌های کرمان، رفسنجان و انار از استان کرمان انتخاب شد. دو قطعه از این باغ‌ها در ایستگاه‌های تحقیقات پسته کرمان و ناصریه (از توابع شهرستان رفسنجان) قرار داشت و دو قطعه دیگر باغ‌های انتخابی باغداران در منطقه انار و رفسنجان بودند. درختان باغ‌های انتخابی در زمان شروع آزمایش ۲۱ سال سن داشته و رقم پسته آن‌ها اوحدی (فندق‌ی) بود. خصوصیات خاک باغ‌های محل اجرای پژوهش در جدول ۱ آورده شده است. عملیات هرس، آبیاری، اضافه کردن کودهای شیمیایی ازته، فسفات و پتاسیمی در صورت نیاز و به روش معمول، در کلیه تیمارها به‌طور یکسان اجرا گردید.

محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف آهن از منابع سولفات‌ها و کلاته در قالب طرح اسپلیت بلوک با فاکتور اصلی a فاصله زمانی محلول‌پاشی‌ها و فاکتور فرعی نوع b و غلظت‌های متفاوت کودهای حاوی آهن اجرا شد. فاکتور اصلی a شامل ۲ تیمار به صورت:

(a₁) سه مرتبه محلول‌پاشی به فواصل ۱۵ روز

(a₂) سه مرتبه محلول‌پاشی به فواصل ۳۰ روز

و شروع محلول‌پاشی‌ها اواخر فروردین تا اوایل اردیبهشت ماه هر سال بعد از کامل شدن برگ‌ها و در مرحله ارزی شدن میوه بود.

فاکتور فرعی b شامل ۵ تیمار به شرح زیر بود:

(b₁) سولفات آهن ۲۴ درصد با غلظت یک در هزار

(b₂) سولفات آهن ۲۴ درصد با غلظت دو در هزار

(b₃) کلات آهن ۶ درصد (تولید داخل کشور) با غلظت ۱/۵ در هزار

(b₄) کلات آهن ۶ درصد (تولید داخل کشور) با غلظت ۳ در هزار

(b₅) شاهد (محلول‌پاشی با آب)

آزمایش در سه تکرار و در چهار سال انجام شد. در اواخر تیرماه هر سال از کلیه تیمارها و تکرارها نمونه‌برداری

برگ انجام شد و بر طبق دستورالعمل موسسه تحقیقات خاک و آب مورد تجزیه کامل قرار گرفتند (امامی، ۱۳۷۵).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک در باغ‌های مورد مطالعه.

نام افق	عمق cm	هدایت الکتریکی عصاره اشباع (ECe) dS m ⁻¹	واکنش خاک pH	نسبت جذب سدیم SAR	پتاسیم قابل جذب mg kg ⁻¹	فسفر قابل جذب mg kg ⁻¹	آهن قابل جذب mg kg ⁻¹	آهک ٪	رس ٪	سیلت ٪	شن ٪	بافت خاک
منطقه رفسنجان												
Ap	۰-۱۰	۴/۸	۷/۹	۵/۰	۶۱۳	۱۵	۱/۱	۹	۹/۶	۱۴/۴	۷۶	لوم شنی
C1	۱۰-۳۵	۵/۰	۸/۱	۳/۶	۸۰۲	۱۱	۱/۲	۱۲	۷/۶	۱۲/۴	۸۰	شنی لومی
C2	۳۵-۶۵	۷/۳	۸/۱	۵/۷	۸۰۲	۴	۱/۱	۸	۱۳/۶	۲/۴	۸۴	لوم شنی
C3	۶۵-۱۰۵	۵/۱	۸/۳	۶/۹	-	-	-	۱۵	۳/۶	۰/۴	۹۶	شنی
C4	۱۰۵-۱۵۰	۴/۹	۸/۳	۸/۳	-	-	-	۷/۵	۲۹/۶	۴۰/۴	۳۰	لوم رسی
ایستگاه تحقیقات پسته ناصریه												
Ap	۰-۳۰	۳/۷	۸/۱	۲/۶	۱۹۶	۱۰/۳	۰/۵	۱۲/۵	۹	۱۱/۴	۷۹/۶	لوم شنی
C1	۳۰-۶۰	۵/۶	۸/۱	۱/۶	۷۶	۱/۴	۰/۷	۱۱/۰	۱	۷/۴	۹۱/۶	شنی
C2	۶۰-۸۰	۴/۴	۸/۱	۱/۹	-	-	-	۱۲/۵	۳	۷/۴	۸۹/۶	شنی
C3	۸۰-۱۱۰	۵/۰	۸/۰	۱/۴	-	-	-	۹/۵	۱	۱/۴	۹۷/۶	شنی
C4	۱۱۰-۱۵۰	۴/۴	۷/۸	۲/۸	-	-	-	۱۰/۵	۱	۳/۴	۹۵/۶	شنی
ایستگاه تحقیقات پسته کرمان												
Ap	۰-۴۰	۳/۴	۸/۰	۲/۵	۵۵	۲۴/۸	۱/۵	۲۱	۹/۸	۱۵/۶	۷۴/۶	لوم شنی
C1	۴۰-۸۰	۵/۰	۸/۰	۲/۸	۶۹	۴/۱	۱/۴	۲۴	۹/۸	۳۷/۶	۵۲/۶	لوم شنی
C2	۸۰-۱۲۰	۵/۴	۸/۰	۳/۵	-	-	-	۲۴/۵	۹/۸	۱۹/۶	۷۰/۶	لوم
C3	۱۲۰-۱۵۰	۷/۲	۸/۰	۵/۶	-	-	-	۲۱	۳/۸	۲۵/۶	۷۰/۶	لوم شنی
منطقه انار												
Ap	۰-۲۰	۱۶/۷	۸/۱	۲۱	۱۲۴	۴۳	۲/۱	۲۸	۱۰	۲۲/۴	۶۷/۶	لوم شنی
AB	۲۰-۴۰	۱۹/۳	۸/۱	۲۲	۱۶۰	۲۹	۲/۰	۲۸	۱۴	۲۲/۴	۶۳/۴	لوم شنی
Bw	۴۰-۶۰	۲۳/۵	۷/۸	۲۰	۲۳۸	۱۳	۱/۹	۲۸	۱۴	۳۰/۴	۵۵/۶	لوم شنی
C	۶۰-۱۲۰	۲۷/۵	۷/۸	۲۰	-	-	-	۲۴	۱۴	۳۴/۴	۵۱/۶	لوم

نمونه‌های برگ پس از شستشو و خشک شدن در هوای آزاد، در آون ۶۵° درجه سانتیگراد قرار داده شده تا رطوبت‌گیری شوند. سپس نمونه‌های مذکور آسیاب گردیده و یک گرم از آنها به روش خاکستر خشک و حل در اسید کلریدریک عصاره‌گیری گردید. در عصاره حاصل، آهن کل اندازه‌گیری شد (امامی، ۱۳۷۵).

در فصل برداشت، وزن ترو خشک محصول مربوط به هر تیمار و تکرار اندازه‌گیری و درصد پوکی، درصد خندانی، وزن صد دانه محصول و درصد زودخندانی محاسبه گردید. در پاییز صفات رویشی و زایشی مهمی همچون طول و قطر شاخه سال جاری، تعداد جوانه‌های زایشی و رویشی و درصد ریزش جوانه‌ها تعیین شد. نتایج حاصل از اجرای پروژه به صورت مرکب چهارمنطقه و چهار سال با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت.

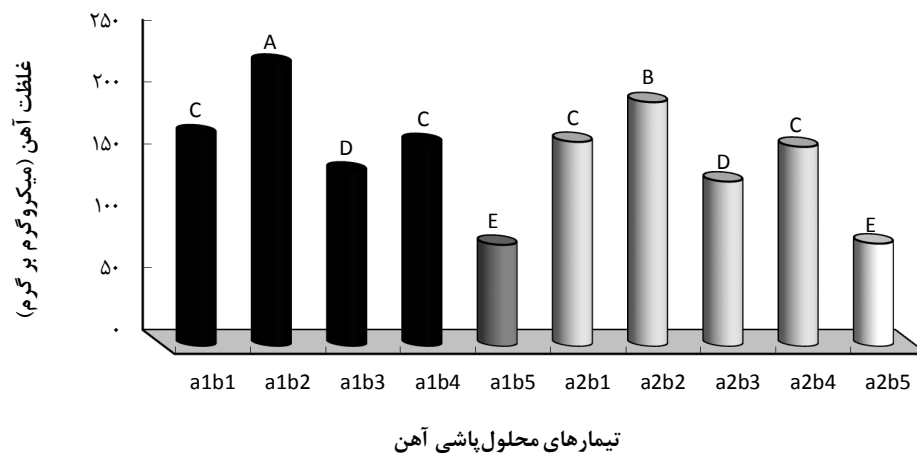
نتایج و بحث

الف- اثر تیمارها بر غلظت آهن برگ

شکل ۱ میانگین غلظت آهن برگ را در تیمارهای مختلف براساس تجزیه مرکب در چهار منطقه و چهار سال نشان می‌دهد. مقایسه میانگین در سطح ۵ درصد و با روش دانکن نشان داد که همه تیمارها نسبت به شاهد (b_5) باعث افزایش غلظت آهن برگ شده‌اند. از نظر غلظت آهن برگ به غیر از تیمارهای شاهد (a_1b_5 و a_2b_5) که پایین‌ترین غلظت آهن برگ (۸۳-۸۲ میکروگرم بر گرم ماده خشک) را نشان دادند، بقیه تیمارها در چهار گروه قابل دسته‌بندی هستند. گروه اول شامل تیمار محلول‌پاشی سولفات آهن ۲۴ درصد با غلظت دو در هزار و سه دفعه محلول‌پاشی با فاصله پانزده روز (a_1b_2) است که بالاترین غلظت آهن برگ (۲۲۸ میکروگرم بر گرم ماده خشک) را ایجاد نموده است، در گروه دوم تیمار مشابه از نظر غلظت آهن اما با فاصله محلول‌پاشی ۳۰ روزه (a_2b_2) قرار می‌گیرد که غلظت آهن برگ در آن ۱۹۷ میکروگرم بر گرم ماده خشک بود.

گروه سوم شامل تیمارهای محلول‌پاشی سولفات آهن ۲۴ درصد با غلظت یک در هزار (b_1) و کلات آهن ۶ درصد (تولید داخل کشور) با غلظت ۳ در هزار (b_4) در هر دو زمان فاصله محلول‌پاشی ۱۵ (a_1) و ۳۰ روزه (a_2) می‌باشد. تیمارهای محلول‌پاشی با کلات آهن ۶ درصد (تولید داخل کشور) با غلظت ۱/۵ در هزار (b_3) در هر دو زمان فاصله محلول‌پاشی ۱۵ (a_1) و ۳۰ روزه (a_2) گروه چهارم را تشکیل می‌دهند که غلظت آهن برگ در آن‌ها حدود ۱۴۰-۱۳۰ میکروگرم بر گرم ماده خشک گیاهی بوده است. در مورد درختان میوه محققین افزایش غلظت آهن برگ در اثر محلول‌پاشی منابع مختلف آهن را گزارش نموده‌اند. Hamouda *et al.* (۲۰۱۵) با دو مرتبه محلول‌پاشی محلول ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر آهن از منبع کلات EDTA روی درختان ۱۳ ساله گلایی، افزایش حدود ۲۰ میکروگرم بر گرم در غلظت

آهن برگ را گزارش نمودند. همچنین Hamouda *et al.* (۲۰۱۶) افزایش ۹۴ و ۱۴۰ میکروگرم بر گرم غلظت آهن برگ را به ترتیب در نتیجه سه مرتبه محلول پاشی سولفات آهن ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر لیتر روی درختان انار گزارش نمودند. اما در مورد درختان پسته، Tekin *et al.* (۱۹۹۷) با کاربرد محلول ۰/۱۳ درصد آهن به صورت EDTA به مدت سه سال گزارش دادند که میزان آهن برگ در درختان پسته تیمار شده ۱۶۸ میکروگرم بر گرم ماده خشک و درختان تیمار نشده ۷۵ میکروگرم بر گرم ماده خشک بوده است. Soliemanzadeh *et al.* (۲۰۱۳) با محلول پاشی ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر آهن از منبع سولفات آهن در مرحله تورم جوانه‌ها روی درختان پسته ۲۵ ساله رقم اوحدی گزارش کردند که غلظت آهن برگ در حدود ۲۰ واحد افزایش یافته و به حدود ۱۰۰ میکروگرم بر گرم رسیده است.

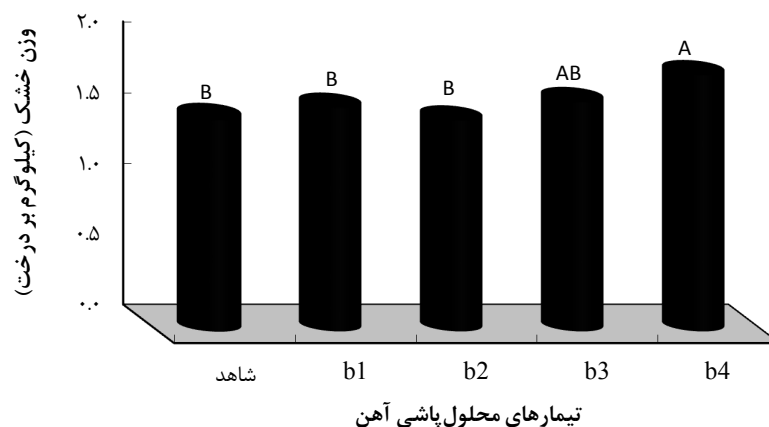


شکل ۱- میانگین غلظت آهن برگ در تیمارهای مختلف در چهار منطقه مورد مطالعه و چهار سال آزمایش.

a1: سه مرتبه محلول پاشی به فواصل ۱۵ روز، a2: سه مرتبه محلول پاشی به فواصل ۳۰ روز و b1: سولفات آهن ۲۴ درصد با غلظت یک در هزار، b2: سولفات آهن ۲۴ درصد با غلظت دو در هزار، b3: کلات آهن ۶ درصد (تولید داخل کشور) با غلظت ۱/۵ در هزار، b4: کلات آهن ۶ درصد (تولید داخل کشور) با غلظت ۳ در هزار، b5: شاهد، (میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند).

ب- اثر تیمارها بر عملکرد و کیفیت پسته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فاکتور فاصله محلول پاشی‌ها (a₁ و a₂) در مورد صفات عملکرد، کیفیت و صفات رویشی و زایشی در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست و به همین دلیل پس از این نتایج تنها براساس غلظت‌های مختلف آهن (b₁ تا b₅) ارائه خواهد شد. شکل ۲ اثر غلظت‌های مختلف منابع سولفات و کلاته آهن را بر عملکرد یا وزن خشک محصول (کیلوگرم در هر درخت) درختان پسته براساس تجزیه مرکب در چهار منطقه و چهار سال نشان می‌دهد.

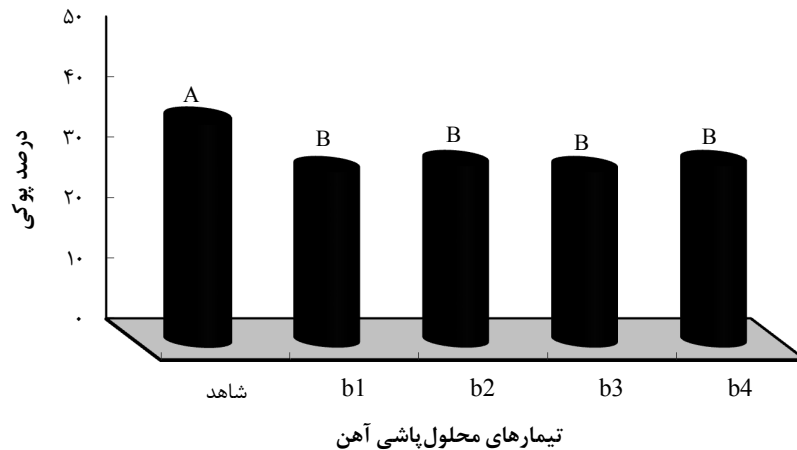


شکل ۲- اثر تیمارهای غلظت‌های مختلف آهن از منابع سولفات (b₁ و b₂) و کلاته (b₃ و b₄) بر میانگین وزن خشک محصول پسته در چهار منطقه و چهار سال.

(میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند)

شکل ۲ مشخص می‌کند که تیمارهای محلول پاشی آهن از منبع کلاته به ویژه تیمار کلات آهن ۶ درصد با غلظت ۳ در هزار بیشتر توانسته‌اند وزن خشک محصول را افزایش دهند به طوری که تنها اختلاف بین این تیمار و تیمار شاهد از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. تیمار یاد شده توانسته میانگین وزن خشک محصول پسته را از ۱/۵۰ به ۱/۸۱ کیلوگرم در هر درخت افزایش دهد. در تحقیقی بر روی درختان هلو و گلابی نشان داده شده است که کمبود آهن به باعث کاهش عملکرد به مقدار قابل توجهی شده است. به طوریکه عملکرد گلابی در حدود ۴۰ و هلو ۹۵ کیلوگرم بر درخت کاهش یافته است (ملکوتی و همکاران، ۱۳۸۷). دو مرتبه محلول پاشی محلول ۲۵۰ میلی‌گرم بر لیتر آهن از منبع کلات EDTA روی درختان ۱۳ ساله گلابی، افزایش عملکردی حدود ۲۴ کیلوگرم بر درخت را به دنبال داشته است (Hamouda et al. 2015). همچنین نتایج پژوهشی (Hamouda et al. 2015) روی درختان انار نشان داده است که محلول پاشی ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر سولفات آهن باعث افزایش عملکرد به میزان حدود ۲ کیلوگرم در هر درخت شده است (Hamouda et al. 2016). با محلول پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر آهن از منبع سولفات آهن در مرحله تورم جوانه‌ها روی درختان پسته ۲۵ ساله رقم اوحدی افزایش عملکرد ۲/۵ گرم بر هر خوشه پسته گزارش شده است (Soliemanzadeh et al. 2013). در تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد افزایش غلظت آهن در برگ درختان پسته در اثر محلول پاشی این عنصر می‌تواند با افزایش تشکیل میوه که یکی از مراحل مهم اثرگذار بر عملکرد محصول است (Rosati et al., 2010)، عملکرد را به طور میانگین به مقدار حدود ۳۰۰ گرم در هر درخت بهبود بخشد.

شکل ۳ اثر غلظت‌های مختلف منابع سولفات و کلاته آهن را بر درصد پوکی محصول پسته براساس تجزیه مرکب در چهار منطقه مورد مطالعه و چهار سال آزمایش نشان می‌دهد.



شکل ۳- اثر تیمارهای غلظت‌های مختلف آهن از منابع سولفات (b₁ و b₂) و کلاته (b₃ و b₄) بر میانگین درصد پوکی پسته در چهار منطقه مورد مطالعه و چهار سال آزمایش.

(میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند).

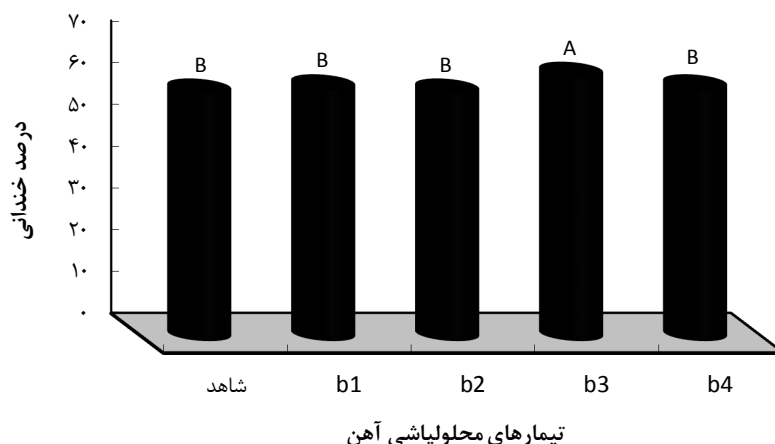
همه تیمارهای محلول پاشی باعث کاهش درصد پوکی محصول پسته شده است به طوری که اختلاف تیمارهای غلظت‌های مختلف آهن از دو منبع سولفات و کلاته از نظر درصد پوکی با شاهد در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. میانگین درصد پوکی در تیمار شاهد ۳۷ درصد بوده و در اثر محلول پاشی آهن از منابع مختلف به ۲۹ تا ۳۰ درصد رسیده است. به عبارت دیگر سه دفعه محلول پاشی به فاصله ۱۵ یا ۳۰ روز از یکدیگر از غلظت‌های مختلف آهن سولفات و کلاته به طور میانگین باعث کاهش ۷ تا ۸ درصد پوکی محصول پسته شده است.

شکل ۴ اثر غلظت‌های مختلف منابع سولفات و کلاته آهن را بر درصد خندانی محصول پسته براساس تجزیه

مرکب در چهار منطقه و چهار سال نشان می‌دهد.

تنها تیمار محلول پاشی کلات آهن ۶ درصد با غلظت ۱/۵ در هزار (b₃) باعث افزایش معنی‌دار درصد خندانی میوه پسته نسبت به تیمار شاهد شده است و اختلاف بقیه تیمارها با شاهد از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست. میانگین درصد خندانی میوه پسته از ۵۹ درصد در تیمار شاهد به ۶۳ درصد در تیمار محلول پاشی کلات آهن ۶ درصد با غلظت ۱/۵ در هزار (b₃) افزایش یافته است. شکل ۵ اثر غلظت‌های مختلف منابع سولفات و کلاته آهن را بر انس پسته

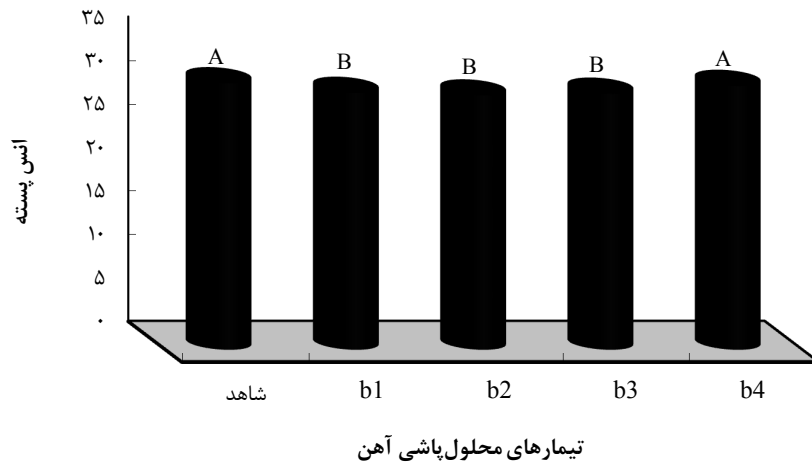
(تعداد دانه در ۲۸/۳ گرم) براساس تجزیه مرکب در چهار منطقه و چهار سال نشان می‌دهد. انس پسته صفتی است که اندازه ریزی و درشتی پسته را نشان می‌دهد و هر چه انس پسته بیشتر باشد، پسته‌ها ریزتر هستند. بدیهی است که کمتر بودن انس پسته و درشت بودن دانه‌های پسته مطلوبتر است.



شکل ۴- اثر تیمارهای غلظت‌های مختلف آهن از منابع سولفات (b₁ و b₂) و کلاته (b₃ و b₄) بر میانگین درصد خندانی پسته در چهار منطقه مورد مطالعه و چهار سال آزمایش.

(میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند)

به غیر از تیمار محلول پاشی کلات آهن ۶ درصد با غلظت ۳ در هزار (b₄) بقیه تیمارها باعث کاهش معنی‌دار انس پسته نسبت به تیمار شاهد در سطح ۵ درصد شدند. این تیمارها حداقل یک واحد انس پسته را کاهش داده‌اند. بین تیمارهای کاهش دهنده انس پسته از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود ندارد. محلول پاشی ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر آهن از منبع سولفات آهن در مرحله تورم جوانه‌ها روی درختان پسته نشان داده است که این محلول پاشی اثر معنی‌داری بر درصد پوکی، درصد خندانی و انس پسته نداشته است (Soliemanzadeh *et al.* 2013). اما در این تحقیق که غلظت، زمان و دفعات محلول پاشی متفاوت بوده به نظر می‌رسد آهن با ایفای نقش در سنتز کلروفیل واکنش‌های آنزیمی مختلف، تنفس و فتوسنتز در گیاه (Suman *et al.*, 2017) توانسته است باعث افزایش عملکرد و بهبود صفات کیفی مانند درصد پوکی، درصد خندانی و انس پسته شود.



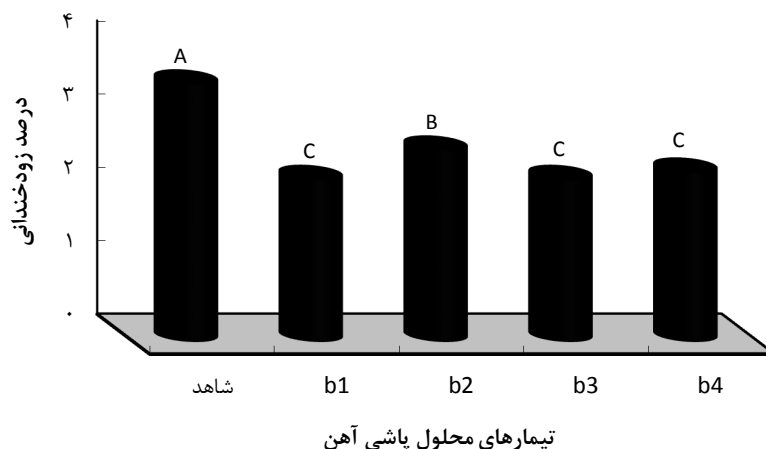
شکل ۵- اثر تیمارهای غلظت‌های مختلف آهن از منابع سولفات‌ها (b₁ و b₂) و کلاته (b₃ و b₄) بر میانگین انس پسته در چهار منطقه مورد مطالعه و چهار سال آزمایش.

(میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند).

در شکل ۶ اثر غلظت‌های مختلف منابع سولفات‌ها و کلاته آهن بر درصد زودخندانی پوست سبز پسته براساس تجزیه مرکب در چهار منطقه و چهار سال نشان داده شده است.

همانطور که شکل ۶ نشان می‌دهد همه تیمارهای آزمایش نسبت به تیمار شاهد باعث کاهش زودخندانی پوست سبز پسته شده‌اند. پسته‌های زودخندان، پسته‌هایی غیرطبیعی هستند که هم پوست استخوانی و هم پوست سبز در طول شکاف خندانی، شکاف برداشته و مغز پسته مستقیماً در معرض هجوم قارچ‌ها قرار می‌گیرد. به دلیل اینکه زمان شروع عارضه زودخندانی حدود ۲-۱ ماه قبل از برداشت می‌باشد، بنابراین فرصت کافی جهت رشد قارچ‌ها و تولید آفلاتوکسین وجود دارد (Hosseini-fard *et al.*, 2009). میانگین درصد زودخندانی پسته براساس تجزیه مرکب در چهار منطقه و چهار سال آزمایش در تیمار شاهد ۳/۵ درصد بوده است. در اثر محلول پاشی غلظت‌های مختلف آهن از منابع سولفات‌ها و کلاته میانگین درصد زودخندانی پسته به ۲/۶ درصد در تیمار محلول پاشی سولفات آهن ۲۴ درصد با غلظت دو در هزار (b₂)، به ۲/۳ درصد در تیمار محلول پاشی کلات آهن ۶ درصد با غلظت ۳ در هزار و به ۲/۲ درصد در تیمارهای محلول پاشی سولفات آهن ۲۴ درصد با غلظت یک در هزار و کلات آهن ۶ درصد با غلظت ۱/۵ در هزار رسیده است. Hosseini-fard & Panahi (۲۰۰۶) نشان دادند که زودخندانی میوه پسته در اثر کمبود آهن بیشتر می‌شود. به نظر می‌رسد تغذیه نامناسب به ویژه عنصر آهن در مرحله رشد فرابر و تشکیل پوست استخوانی و چوبی شدن آن (خردادماه) باعث عدم استحکام پوست استخوانی در محل خندانی شده و در مرحله رشد نهایی مغز، با فشار به آن، قبل از موعد شکاف برداشته

و خندان می شود و چون در این مرحله هنوز پوست سبز به پوست استخوانی چسبیده و انعطاف لازم را ندارد بنابراین پوست سبز در محل خندانی پوست استخوانی شکاف بر می دارد (Hosseinifard & Panahi, 2006).



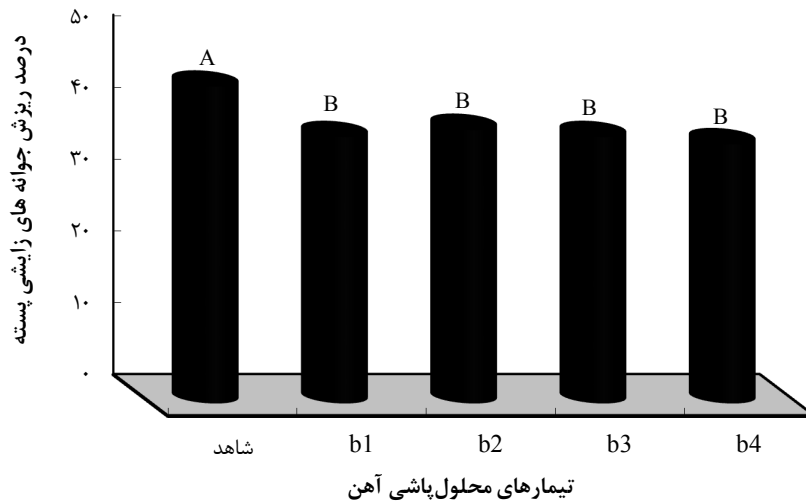
شکل ۶- اثر تیمارهای غلظت های مختلف آهن از منابع سولفات (b₁ و b₂) و کلاته (b₃ و b₄) بر میانگین درصد زود خندانی در چهار منطقه مورد مطالعه و چهار سال آزمایش.

(میانگین های دارای حرف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی دار ندارند).

ج- اثر تیمارها بر صفات رویشی و زایشی پسته

از بین صفات رویشی و زایشی درختان پسته که در طی چهار سال در چهار منطقه تحت تاثیر تیمارهای آزمایشی محلول پاشی آهن قرار گرفت فقط می توان به درصد ریزش جوانه های زایشی اشاره نمود. اثر تیمارها بر سایر صفات رویشی و زایشی اندازه گیری شده مانند طول و قطر شاخه سال جاری و تعداد جوانه رویشی از نظر آماری در سطح پنج درصد معنی دار نبود. اثر تیمارهای غلظت های مختلف آهن از منابع سولفات و کلاته بر میانگین درصد ریزش جوانه های زایشی پسته در چهار منطقه و چهار سال در شکل ۷ نشان داده شده است.

همه تیمارهای محلول پاشی آهن نسبت به تیمار شاهد باعث کاهش ریزش جوانه های زایشی شده اند. میانگین درصد ریزش جوانه های زایشی در درختان شاهد که دارای کمبود آهن بودند ۴۴ درصد بوده است در حالیکه در تیمارهای مختلف محلول پاشی به ۳۶ تا ۳۸ درصد رسیده است. کاهش ریزش جوانه های زایشی در اثر محلول پاشی آهن می تواند منجر به افزایش تشکیل میوه (Rosati *et al.*, 2010; Soliemanzadeh *et al.* 2013) و در نتیجه عملکرد پسته شود.



شکل ۷- اثر تیمارهای غلظت‌های مختلف آهن از منابع سولفات‌ها (b_1 و b_2) و کلاته (b_3 و b_4) بر میانگین درصد زودخندانی در

چهار منطقه مورد مطالعه و چهار سال آزمایش.

(میانگین‌های دارای حرف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند)

نتیجه‌گیری کلی

گرچه تیمار محلول پاشی سولفات آهن ۲۴ درصد با غلظت دو در هزار غلظت بالاتری از آهن را در برگ درختان پسته ایجاد کرده است اما نتایج تاثیر محلول پاشی‌ها بر عملکرد، کیفیت و سایر صفات رویشی و زایشی نشان داد که لزوماً تیمار با بالاترین غلظت آهن برگ بهترین تیمار نیست و با توجه به افزایش آهن برگ در سایر تیمارها نسبت به تیمار شاهد باید بین غلظت آهن برگ و صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شده ارتباط برقرار کرد و بهترین تیمار را انتخاب نمود. آنچه مسلم است همه تیمارها توانسته‌اند غلظت آهن برگ را افزایش دهند و در این میان محلول پاشی از منبع سولفات اثر بیشتری در افزایش غلظت آهن برگ داشته است. اما نتایج به‌دست‌آمده از تاثیر تیمارها بر عملکرد و کیفیت محصول نشان داد سه مرتبه محلول پاشی آهن از منبع کلاته Fe-EDTA ۶ درصد (ساخت داخل کشور) با غلظت ۱/۵ در هزار به فاصله ۱۵ یا ۳۰ روز از یکدیگر بیشترین اثر را در بهبود کمیت و کیفیت پسته داشت. به‌طوری که انجام این محلول پاشی در باغ‌های پسته دارای کمبود آهن، باعث افزایش ۷۲ کیلوگرم در هکتار محصول پسته خشک شد. همچنین میزان پوکی، زودخندانی پسته و ریزش جوانه های زایشی به ترتیب ۸، ۱/۳ و ۷ درصد کاهش نشان داد. درصد خندانی نیز ۵ در صد افزایش و انس پسته یک واحد کاهش یافت. محلول پاشی فوق توانسته است میانگین غلظت آهن برگ را از حدود ۸۰ به ۱۴۰ میکروگرم بر گرم افزایش دهد. بنابراین در شرایط انجام این پژوهش و برای درختان پسته رقم اوحدی

دارای کمبود آهن، محلول‌پاشی آهن از منبع کلات Fe-EDTA ۶ درصد با غلظت ۱/۵ در هزار به فاصله ۱۵ یا ۳۰ روز از یکدیگر، بعد از کامل شدن برگ و از مرحله ارزنی شدن میوه قابل توصیه است.

سپاسگزاری

از آقای مهندس حسین رضایی تاج‌آباد که در انتخاب باغ‌های منطقه رفسنجان و انار ما را یاری نمودند، نهایت تشکر و سپاسگزاری را داریم. از آقای احمد آزاد که در انجام کارهای باغی این تحقیق زحمات زیادی کشیدند، تشکر و قدردانی می‌نماییم. از خانم مهندس مزده حیدری، مسئول محترم آزمایشگاه بخش، آقای مهندس رضا عسکری و آقای روح‌اله باقریان، تکنسین آزمایشگاه پژوهشکده، کمال تشکر و سپاسگزاری را داریم.

منابع

- ۱- امامی، ع. (۱۳۷۵). روش‌های تجزیه گیاه. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، نشریه شماره ۹۸۲.
- ۲- پورمحمدعلی، ب، صالحی، مح، حسینی فرد، س.ج، شیرانی، ح، و اسفندیارپور بروجنی، ع. (۱۳۹۶). پیش‌بینی عملکرد پسته با استفاده از رگرسیون چندمتغیره‌ی خطی و شبکه عصبی مصنوعی (مطالعه موردی: شهرستان‌های رفسنجان و انار استان کرمان). مهندسی زراعی، ۴۰(۲): ۷۱-۸۷.
- ۳- حسینی فرد، س.ج، بصیرت، م، صداقتی، ن، و اخیانی، ا. (۱۳۹۶). دستورالعمل مدیریت تلفیقی حاصلخیزی خاک و تغذیه درختان پسته. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب، کرج.
- ۴- صالحی، ف. (۱۳۸۵). شناخت خاک و تغذیه درختان پسته. انتشارات موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان.
- ۵- طلائی، ع. (۱۳۷۷). فیزیولوژی درختان میوه. چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران (ترجمه).
- ۶- ملکوتی، م.ج، و طباطبائی، س.ج. (۱۳۷۸). تغذیه صحیح درختان میوه برای نیل به افزایش عملکرد و بهبود کیفی محصولات باغی در خاک‌های آهکی ایران. نشر آموزش کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران.
- ۷- ملکوتی، م.ج، کشاورز، پ، و کریمیان، ن. (۱۳۸۷). روش جامع تشخیص و توصیه بهینه کود برای کشاورزی پایدار، چاپ هفتم با بازنگری کامل، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- ۸- ملکوتی، م.ج، و تهرانی، م. (۱۳۷۸). نقش عناصر ریزمغذی در افزایش عملکرد و کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

- 9- Álvarez-Fernández, A, Melgar, JC, Abadía, J, & Abadía, A. (2011). Effects of moderate and severe iron deficiency chlorosis on fruit yield, appearance and composition in pear (*Pyrus communis* L.) and peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). *Environmental and Experimental Botany*, 71(2): 280-286.
- 10- Brown, PH. (1990). Foliar nutrition of pistachio: second year report. Annual Report, 89-90.
- 11- Erdall, I. (2004). Effect of foliar iron applications at different growth stages on iron and some nutrient concentrations in strawberry. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 421-427.
- 12- Ghasemi-Fasaei, R, Ronaghi, A, Maftoun, M, Karimian, N, & Soltanpour, PN. (2005). Iron-manganese interaction in chickpea as affected by foliar and soil application of iron in a calcareous soil. *Communications in soil science and plant analysis*, 36: 1717-1725.
- 13- Gholamalizadehahangar, A, Karimian, N, Abtahi, A, Assad, MT, & Emam, Y. (1995). Growth and manganese uptake by soybean in highly calcareous soils as affected by native and applied manganese and predicted by nine different extractants. *Communications in soil science and plant analysis*, 26: 1441-1445.
- 14- Hamouda, HA, El-Dahshouri, MF, Hafez, OM, & Zahran, NG. (2015). Response of le conte pear performance, chlorophyll content and active iron to foliar application of different iron sources under the newly reclaimed soil conditions. *International Journal of Chemistry Technology Research*, 8(4): 1446-1453.
- 15- Hamouda, HA, Khalifa, RKHM, El-Dahshouri, MF, & Zahran, NG. (2016). Yield, fruit quality and nutrients content of pomegranate leaves and fruit as influenced by iron, manganese and zinc foliar spray. *International Journal of Pharm Tech Research*, 9(3): 46-57.
- 16- Hasheminasab, H, & Assad, MT. (2015). A Predictive Model for Breeding of Pistachio Yield Stability under Water Stress Condition. *Biology Forum International Journal*, 7: 212-217.
- 17- Hosseini-fard, SJ, & Panahi, B. (2006). The effect of different mineral nutrients on early splitting in pistachio. *Acta Horticulture*, 726: 325-328.
- 18- Hosseini-fard, SJ, Heidarinejad, A, Sedaghati, N, & Mohammadi, A. (2008). Priority determining of pistachio nutritional requirement by DRIS method. International Meeting on Soil Fertility, Land management and Agroclimatology, 29 October- 1 November, Turkey.
- 19- Hosseini-fard, SJ, Panahi, B, Tajabadipour, A, Sedaghati, N, & Mohammadi, A. (2009). Study of Soil Characteristics, Leaf and Fruit Nutrients Status and Their Relationships with Early Splitting in Mature Pistachio Trees, Iran. 5th International Symposium on Pistachios & Almonds, October, 6-10. Sanliurfa, Turkey.
- 20- Lindsay, WL, & Schwab, AP. (1982). The chemistry of iron in soils and its availability to plants. *Journal of Plant Nutrition*, 5: 821-840.
- 21- Marschner, H. 1995. Function of mineral nutrients: micronutrients. Iron. Mineral nutrition of higher plant. Academic press. Cambridge, pp. 314-324.
- 22- Mengel, K, Kirkby, EA, Kosegartenand, H, & Appel, T. (2001). Iron. In: Principles of plant Nutrition. Kluwer academic publishers, Dordrecht, the Netherlands, pp. 553-571.
- 23- Mirzapour, MH, & Khoshgoftarmanesh, AH. (2013). Effect of soil and foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative yield of pomegranate. *Journal of plant nutrition*, 36(1): 55-66.

- 24- Mortvedt, JJ, Cox, FR, Shuman, LM, & Welch, RM. (1991). Micronutrients in agriculture. 2nd, ed. Soil Science Society of America, Madison, WI.
- 25- Patel, AR, Saravaiya, SN, Patel, AN, Desai, KD, Patel, NM, & Patel, JB. (2010). Effect of micronutrients on yield and fruit quality of banana (*Musa paradisiaca* L.) cv. Basrai under pair row planting method. *Asian Journal Horticulture*, 5(1): 245-248.
- 26- Pestana, M, Varennes, AD, Abadia, J, & Faria, EA. (2005). Differential tolerance to iron deficiency of citrus rootstocks grown in nutrient solution. *Scientia Horticulturae*, 104: 25-36.
- 27- Rajaie, M, & Tavakoly, AR. (2018). Iron and/or acid foliar spray versus soil application of Fe-EDDHA for prevention of iron deficiency in Valencia orange grown on a calcareous soil. *Journal of plant nutrition*, 41(2): 150-158.
- 28- Romheld, V, & Marschner, H. (1990). Genotypical differences among graminaceous species in release of phytosiderophores and uptake of iron phytosiderophores. *Plant Soil*, 123: 147-153.
- 29- Roomzadeh, S, & Karimian, N. (1996). Manganese-iron relationship in soybean grown in calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 19: 397-406.
- 30- Rosati, A, Zipančić, M, Caporali, S, & Paoletti, A. (2010). Fruit set is inversely related to flower and fruit weight in olive (*Olea europaea* L.). *Scientia Horticulturae*, 126(2): 200-204.
- 31- Sepaskhah, AR, Maftoun, M, & Karimian, N. (1985). Growth and chemical composition of pistachio as affected by salinity and applied iron. *Journal of horticultural science*, 60: 115-121.
- 32- Soliemanzadeh, A, Mozafari, V, Tajabadipour, A, & Akhgar, A. (2013). Effect of Zn, Cu and Fe foliar application on fruit set and some quality and quantity characteristics of pistachio trees. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 4(1): 19-34.
- 33- Suman, M, Sangma, PD, & Singh, D. (2017). Role of micronutrients (Fe, Zn, B, Cu, Mg, Mn and Mo) in fruit crops. *International Journal Current Microbiology Applied Science*, 6 (6): 3240-3250.
- 34- Tagliavini, M, & Rombola, AD. (2001). Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. *European Journal of Agronomy*, 15: 71-92.
- 35- Tekin, H., Arpacı, S., Yukceken Y. & I. Cakir. 1997. Pistachio nut iron deficiencies on calcareous soils. II International Symposium on Pistachios and Almonds, Zaragoza, Spain, 421-428.
- 36- Tekin, H, Guzel, N, & Ibrikci, H. (1995). Influence of manure and inorganic fertilizer on yield and quality of pistachio. *Journal of plant nutrition*, 18(6): 1263-1272.
- 37- Wiersma, JV. (2005). High rates of Fe-EDDHA and seed iron concentration suggest partial solutions to iron deficiency in soybean. *Agronomy journal*, 97: 924-934.