تأثیر مصرف خاکی و محلول‌پاشی روی و مس بر خصوصیات کمّی و کیفی پسته

لیلا امیدی، وحید مظفری*، احمد تاج آبادی‌پور و حسین دشتی[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۳/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۱۲/۱۲)

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی مصرف متعادل کودهای سولفات روی و مس و روش‌های محلول‌پاشی و جای‌گذاری موضعی (چالکود) و اثر زمان‌های متفاوت محلول‌پاشی بر خصوصیات کمی و کیفی پسته، در یکی از باغ‌های رفسنجان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار در دو سال متوالی به اجرا در آمد. تیمارها شامل مصرف متوسط خاکی روی و مس خالص به ترتیب به میزان ۵۴/۲ و ۱۱/۱ کیلوگرم در هکتار و هم‌چنین مصرف زیاد خاکی روی و مس خالص به ترتیب به میزان ۸۱/۳ و ۱۶/۷ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی مس خالص به میزان ۰/۱۵ کیلوگرم بر هکتار از منبع سولفات مس و محلول‌پاشی روی خالص به میزان ۱/۸ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی ۳۴٪ (محلول در ۱۰۰۰ لیتر آب) در ۳ زمان اسفند (اواخر دوره خواب)، فروردین (بعد از گل‌دهی) و پاییز (بعد از برداشت) به‌کار برده شدند. نتایج سال اول نشان داد، بیشترین میزان عملکرد مربوط به تیمار محلول‌پاشی مس در اسفند بود. هم‌چنین خصوصیات کیفی از جمله نسبت پسته‌های خندان به دهن‌بسته با کاربرد این تیمار به طور معنی‌داری افزایش یافت. درصد پروتئین نیز تحت تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی مس در اسفند و روی در فروردین به ترتیب ۲۲ و ۱۶/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت، اندازه‌گیری عناصر غذایی در برگ نشان داد محلول‌پاشی توام روی و مس در اسفندماه غلظت روی را ۱۱۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. در سال دوم، بیشترین میزان عملکرد مربوط به تیمار محلول‌پاشی روی در اسفند بود. هم‌چنین برخی از خصوصیات کیفی مانند تعداد دانه در هر اونس با کاربرد تیمار محلول‌پاشی مس در مهرماه به طور معنی‌دار افزایش یافت. بیشترین و کمترین نسبت خندانی به دهن‌بسته بودن در تیمارهای چالکود متوسط و چالکود زیاد به‌دست آمد. با کاربرد چالکود زیاد درصد پروتئین نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. غلظت عنصر روی برگ در تیمار محلول‌پاشی روی اسفندماه افزایش یافت و غلظت مس برگ تحت تأثیر کاربرد محلول‌پاشی‌های مس و توأم روی و مس مهرماه قرار گرفت. اثر تیمارهای اعمال شده بر درصد چربی و غلظت عناصر اندازه‌گیری شده در ساقه در هر دو سال معنی‌دار نبود. به‌دلیل شور و آهکی بودن خاک‌های تحت کشت پسته، مصرف خاکی عناصر کم مصرف (روی و مس) عملکرد را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار نداد.

واژه‌های کلیدی: محلول‌پاشی، چالکود، روی، مس، پسته

۱. به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیاران خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر(عج) رفسنجان

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: vmozafary@yahoo.com

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور و از عمده‌ترین محصولات صادرات غیرنفتی می‌باشد (۷). به‌رغم شرایط آب و هوایی مساعد برای پرورش درختان پسته در شهرستان رفسنجان، شرایط فیزیکوشیمیایی خاک مانند درصد بالای آهک و شوری در باغ‌های منطقه مشکلات بسیاری را ایجاد نموده است که مثال بارز آن پایین بودن عملکرد، ریزبرگی، زردی، ریزش جوانه‌های گل و سرخشکیدگی درختان پسته می‌باشد. حیدری‌نژاد و ابوسعیدی (۴) جهت درمان عارضه ریزبرگی درختان پسته عکس‌العمل مثبت گیاه را فقط با روش محلول‌پاشی عناصر مس و آهن مشاهده نموده و بیان کردند که امکان دارد در خاک تعدادی از این باغ‌ها، عناصر مس و آهن به اندازه کافی وجود داشته باشد اما به دلیل شور و آهکی بودن خاک‌های تحت کشت، این عناصر قابل جذب به‌وسیله گیاه نیستند و یا اگر جذب گیاه نیز شوند به‌فرمی می‌باشند که توانایی رفتن به محل‌های فیزیولوژیک و مورد استفاده گیاه را ندارند. خوشگفتارمنش (۵) عنوان نمود که مشکلات تغذیه‌ای در باغ‌های پسته علاوه بر کمبود شدید پتاسیم، کمبود روی، آهن، مس و منگنز و نیز فقر شدید مواد آلی است که خیلی از این عوامل محدود کننده، ناشی از شور بودن و pH قلیایی و درصد بالای آهک در نیم‌رخ بیشتر خاک‌ها می‌باشد. مظفری (۱۹) نیز ضمن بررسی عارضه سرخشکیدگی درختان پسته به کمبود روی و مس در خاک‌های منطقه رفسنجان اشاره نمود. روی (Zn) و مس (Cu) از عناصر غذایی کم مصرف می باشند که کمبود آنها در خاک‌های آهکی به علت جذب سطحی بر روی رس‌ها و یا کربنات کلسیم شایع است (۱۰ و ۳۲). خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های آهکی به‌گونه‌ای است که ظرفیت بالایی برای تثبیت عناصر غذایی نظیر فسفر، آهن و روی و کاهش قابلیت جذب آنها توسط گیاه دارد (۲۶ و ۲۹). در این رابطه روش جای‌گذاری عناصر غذایی (چالکود) به عنوان یک روش مدیریتی برای افزایش بازدهی عناصر غذایی و بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی محیط ریشه توسط برخی از محققان (۱۱، ۱۴ و ۳۳) مورد تأیید و اجرا قرار گرفته است. محلول‌پاشی نیز یکی از روش‌هایی است که از اوایل قرن نوزدهم توسط باغداران و پرورش‌دهندگان میوه استفاده گردیده است، لیکن میزان تأثیرگذاری محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف و مخصوصاً روی، در همه موارد رضایت‌بخش نبوده و نسبت به گونه‌های گیاهی مختلف، تغییرات چشم‌گیری نشان داده است (۴۲). سوئیت‌لیک (۳۸) گزارش کرده است که کاربرد خاکی روی زیاد مؤثر نیست. او دلیل این امر را نفوذ عمیق ریشه گیاهان و تحرک بسیار کم روی در خاک عنوان نمود. این محقق هم‌چنین بیان کرد، محلول‌پاشی روشی مؤثر برای برطرف کردن کمبود می‌باشد با این حال روی جذب شده از طریق محلول‌پاشی نمی‌تواند به‌سهولت در گیاه حرکت کند و لازمه آن تکرار محلول‌پاشی است هر چند که محلول‌پاشی نیز به‌طور موقت نیاز گیاه را برطرف می‌کند و نمی‌تواند کمبود روی ریشه را بهبود بخشد. رسولی و ملکوتی (۸) روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در باغ‌های سیب آذربایجان غربی را مورد مقایسه قرار داده و افزایش معنی‌دار عملکرد، میزان کلروفیل، سطح متوسط برگ‌ها و رشد سرشاخه‌های جدید را در تیمارهای محلول‌پاشی و چالکود در مقایسه با روش پخش سطحی و تزریق گزارش کردند. سیدی (۱۳) نتیجه گرفت کاربرد محلول‌پاشی عنصر روی در غلظت‌های بالا، به‌طور معنی‌داری غلظت این عنصر را در برگ پسته افزایش داد، در حالی‌که این افزایش در غلظت‌های پایین مشاهده نگردید. اردلان و ثواقبی (۱) ضمن تحقیق در نهال‌های پسته در خاک‌های آهکی نشان دادند که اثر اصلی روی بر وزن خشک ریشه در سطح پنج درصد و وزن خشک اندام‌های هوایی در سطح یک درصد معنی‌دار شد. تسی‌پوریدیس و همکاران (۴۱) در تحقیقی که در پسته انجام دادند تأثیر منابع و روش‌های کاربرد عنصر روی را مورد مطالعه قرار دادند. آنها بیان نمودند که کاربرد خاکی و محلول‌پاشی سولفات و کلات روی غلظت روی برگ را افزایش داد در حالی‌که روی خندانی تأثیری نداشت. این محققان اظهار داشتند که احتمالاً روی نقش مهمی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

در خندانی پسته ایفا نمی‌کند که این امر می‌تواند به‌خاطر تحرک محدود روی به‌کار رفته باشد. یکی از دلایل کم تحرک بودن روی به ظرفیت بالای برگ در نگه‌داری روی و خودداری از انتقال آن به سایر قسمت‌ها، نسبت داده می‌شود (۱۶، ۴۱ و ۴۲). شواهد به دست آمده از تحقیقات براون و ژانگ (۲۱) نشان داد که محلول‌پاشی روی و مس، روشی مؤثر در افزایش این عناصر در برگ پسته است. تحقیقات براون و همکاران (۲۰) نشان داد که محلول‌پاشی روی پس از گل‌دهی و در طول مراحل اولیه رشد برگ درختان پسته، سبب جذب روی بیشتر در گیاه شده و در داخل گیاه پخش گردیده است. این محققان اشاره نمودند که مقدار مواد غذایی کاربردی در این دوره زمانی باید کمتر از میزان مصرفی اواخر دوره خواب و یا بعد از چیدن محصول باشد تا از سمیت گیاه جلوگیری شود. در گزارش طرح پژوهشی حیدری‌نژاد و ابوسعیدی (۴) عنوان شد که بهترین زمان محلول‌پاشی سولفات روی در اردیبهشت و با غلظت ۴۵ میلی‌گرم در لیتر است. این محققان هم‌چنین عنوان نمودند که غلظت‌های بیش از ۹۰ میلی‌گرم در لیتر موجب خشک شدن تمام برگ‌های درخت می‌گردد. کالسن و همکاران (۲۵) محلول‌پاشی و کود آبیاری روی و مس را بر روی درختان پسته در آمریکا مورد مطالعه قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که محلول‌پاشی روی و مس، دو تا سه هفته بعد از گل‌دهی، غلظت مس و روی برگ را افزایش و به‌حد کافی رسانده است، اما کاربرد کودآبیاری تأثیری بر غلظت روی و مس برگ نداشت. با توجه به این‌که در منطقه رفسنجان باغداران پسته بر حسب تجربه از روش‌های متفاوتی از جمله محلول‌پاشی در زمان‌های مختلف و مصرف خاکی جهت تأمین عناصر غذایی مخصوصاً روی و مس استفاده می‌کنند و بعضاً نتایج متناقضی به‌دست آورده می‌شود، این پژوهش به‌منظور ارائه بهترین راه‌کار که هم در وقت و هزینه باغداران صرفه‌جویی شود و هم بالاترین عملکرد به‌دست آید، انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی آثار محلول‌پاشی روی و مس در سه زمان مختلف و هم‌چنین مصرف خاکی (چالکود) بر خصوصیات کمی و کیفی درختان پسته (رقم اوحدی) و دست‌یابی به راه‌کارهای مناسب، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار (بدون مصرف کود سولفات روی و مس، مصرف متوسط خاکی روی و مس، مصرف زیاد خاکی روی و مس، محلول‌پاشی مس، محلول‌پاشی روی و محلول‌پاشی مس و روی) در ۳ تیمار زمان محلول‌پاشی (پس از برداشت در مهرماه، متورم شدن جوانه‌های گل در اسفندماه و بعد از گل‌دهی در فروردین‌ماه) و سه تکرار (هر تکرار شامل ۳ درخت) به‌مدت ۲ سال در منطقه کوثرریز رفسنجان در یک قطعه ۲ هکتاری، انجام شد. برای اجرای این آزمایش، درختانی که از نظر قطر تنه و طول سایه انداز و سن (۲۵ ساله) با هم شبیه بودند انتخاب گردید. فاصله ردیف‌ها از هم ۱۰ متر و فاصله هر درخت با درخت بعدی در هر ردیف ۲ متر بود (هر هکتار حدود ۵۰۰ درخت). در نهایت ۱۲ ردیف درخت انتخاب و هر ردیف که در حدود ۱۰۰ متر طول داشت به سه بلوک تقسیم شد. قبل از اعمال تیمارها نمونه‌برداری خاک از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۱ سانتی‌متری با فاصله حداقل یک متر از تنه و در سایه‌انداز درختان از هر پلات انجام و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آنها مانند pH در خمیراشباع به‌وسیله الکترود شیشه‌ای (۳۶)، شوری یا قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع با استفاده از دستگاه EC متر، بافت به روش هیدرومتر (۲۲)، کربنات کلسیم معادل به‌روش خنثی‌سازی با اسید کلریدریک (۳۶)، فسفر قابل استفاده به‌روش اولسن و همکاران (۳۴)، غلظت مس و روی عصاره‌گیری شده با DTPA (۳۰)، به‌وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین گردید (جدول ۱). هم‌چنین از آب آبیاری نمونه‌گیری به‌عمل آمد و برخی از خصوصیات شیمیایی آن مانند قابلیت هدایت الکتریکی، پ.هاش، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کلسیم، منیزیم، سدیم و بور مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۲). تیمارهای کودی و زمان به‌شرح زیر می‌باشد:

T_1 (ZnT_1): محلول‌پاشی روی خالص به‌میزان ۱/۸ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی ۳۴٪ (محلول در ۱۰۰۰ لیتر آب)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

در اسفند (اواخر دوره خواب).

T_2 (ZnT_2): محلول‌پاشی روی خالص به‌میزان ۱/۸ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی ۳۴٪ (محلول در ۱۰۰۰ لیتر آب) در فروردین (بعد از گل‌دهی).

T_3 (ZnT_3): محلول‌پاشی روی خالص به‌میزان ۱/۸ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی ۳۴٪ (محلول در ۱۰۰۰ لیتر آب) در پاییز (بعد از برداشت).

T_4 (CuT_1): محلول‌پاشی مس خالص به‌میزان ۰/۱۵ کیلوگرم بر هکتار از منبع سولفات مس (محلول در ۱۰۰۰ لیتر آب) در اسفند (اواخر دوره خواب).

T_5 (CuT_2): محلول‌پاشی مس خالص به‌میزان ۰/۱۵ کیلوگرم بر هکتار از منبع سولفات مس (محلول در ۱۰۰۰ لیتر آب) در فروردین (بعد از گل‌دهی).

T_6 (CuT_3): محلول‌پاشی مس خالص به‌میزان ۰/۱۵ کیلوگرم بر هکتار از منبع سولفات مس (محلول در۱۰۰۰ لیتر آب) در پاییز (بعد از برداشت).

T_7 ($ZnCuT_1$): محلول‌پاشی‌روی + مس خالص به‌ترتیب به‌میزان ۱/۸ و ۰/۱۵ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات مس و سولفات روی ۳۴٪ در اسفند (اواخر دوره خواب).

T_8 ($ZnCuT_2$): محلول‌پاشی‌روی + مس خالص به‌ترتیب به‌میزان ۱/۸ و ۰/۱۵ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات مس و سولفات روی ۳۴٪ در فروردین (بعد از گل‌دهی).

T_9 ($ZnCuT_3$): محلول‌پاشی‌روی + مس خالص به‌ترتیب به‌میزان ۱/۸ و ۰/۱۵ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات مس و سولفات روی ۳۴٪ در پاییز (بعد از برداشت).

T_{10} (چالکود متوسط): مصرف در حد متوسط خاکی روی و مس خالص به‌ترتیب ۵۴/۲ و ۱۱/۱ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی و مس که به‌صورت چالکود مورد استفاده قرار گرفت.

T_{11} (چالکود زیاد): مصرف در حد زیاد خاکی روی و مس خالص به‌ترتیب ۸۱/۳ و ۱۶/۷ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی و مس که به‌صورت چالکود مورد استفاده قرار گرفت.

T_{12}: شاهد (فقط سولفات روی و مس اضافه نگردید).

در اول بهمن ماه سال ۱۳۸۵ چالکودهایی به ابعاد ۱۵۰×۴۰ و به عمق ۴۰ سانتی‌متر حفر و سپس کودهای مورد نظر (تیمارهای ۱۰ و ۱۱) طبق نقشه طرح درون چالکودها جای‌گذاری شد. مشابه این عمل در بهمن‌ماه سال ۱۳۸۶ نیز به اجرا درآمد و فقط محل جای‌گذاری کود (حفر چالکودها) در طرف دیگر درخت‌ها صورت گرفت. در هر دو سال، محلول‌پاشی به وسیله محلول‌پاش موتوری قابل حمل روی برگ‌ها و ساقه‌های درختان مورد نظر در زمان‌های تعیین شده انجام گرفت (۲/۳ لیتر به ازای هر درخت). با این توضیح که در سال اول اجرای آزمایش، محلول‌پاشی‌های روی، مس و توأم روی و مس در مرحله پس از برداشت (پاییز) به‌دلیل تأخیر در اجرای طرح انجام نشد. محلول‌پاشی‌ها در اوایل صبح هنگامی‌که سرعت باد در حداقل و دمای هوا مناسب بود انجام گرفت. بر اساس نتایج آزمون خاک، عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم از منابع نیترات آمونیوم، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم در هر ۲ سال متوالی تأمین و در طول فصل رشد مراقبت‌های لازم نظیر از بین بردن علف‌های هرز، هرس و مبارزه با آفات به‌عمل آمد. آبیاری درختان پسته به‌روش غرقابی با فاصله زمانی ۳۰ روزه و با حجم آب مصرفی ۱۰۰۰ لیتر در هر بار آبیاری برای هر درخت (۲۰ متر مربع) انجام گرفت. در پانزدهم مرداد سال‌های ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷، از برگ‌های سوم و چهارم شاخه‌های غیربارده‌ی مرکز درخت و هم‌چنین از ساقه‌های جدید نمونه‌برداری انجام شد. برای تعیین عناصر موجود در برگ و ساقه ابتدا برگ و ساقه‌ها را یک‌بار با آب معمولی حاوی ۱ درصد مایع ظرف‌شویی و سپس دو بار با آب مقطر شسته و سپس هوا خشک گردید. پس از آن در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا رسیدن به وزن ثابت در آون خشک و به‌وسیله آسیاب پودر شد. به‌طور جداگانه یک گرم از پودرهای برگ و ساقه با دقت توزین و با استفاده از روش خاکستر خشک (Dry ash) و هضم با اسید کلریدریک ۶ نرمال، عصاره گیاه تهیه شد. سپس در عصاره حاصل عنصر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

فسفر به روش زرد وانادات، پتاسیم و سدیم به روش نشر اتمی (شعله‌سنجی)، کلسیم، منیزیم، مس و روی با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدلGBC Avanta ver.1.33 به‌دست آمد (۲). در پایان فصل رشد و هنگام برداشت محصول (اواسط شهریورماه)، عملکرد و اجزای عملکرد شامل تعداد دانه در هر اونس (واحد بین‌المللی)، درصد خندانی و درصد پوکی و هم‌چنین درصد پروتئین و چربی دانه‌های پسته مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه خاک

از آنجا که نمونه‌برداری از دو عمق خاک (۳۶ پلات) انجام گرفت، حدود تغییرات و میانگین خصوصیات خاک در هر عمق در جدول ۱ آمده است. همان‌گونه که در جدول ۱ دیده می‌شود، حدود تغییرات عناصر اندازه‌گیری شده روی و مس زیاد می‌باشد، به‌طوری‌که غلظت روی از ۰/۱۱۳ تا ۴/۳۱۰ و غلظت مس از ۰/۰۰۷ تا ۰/۶۷۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک متغیر بود که این تفاوت فاحش ناشی از خصوصیات خاک و نحوه مدیریت باغی می‌باشد (۱۸)

۱- نتایج سال اول آزمایش

۱-۱- اثر مصرف خاکی و محلول‌پاشی روی و مس بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی پسته

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد، اختلاف معنی‌داری بین عملکرد پسته در تیمارهای مختلف وجود دارد. همان‌گونه که در جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) مشاهده می‌شود، تیمار چهارم دارای بیشترین میزان عملکرد بود، به‌عبارت دیگر محلول‌پاشی مس در اسفندماه نسبت به سایر تیمارها، میزان محصول را بیش از ۳۰ درصد افزایش داد و از ۳ کیلوگرم (شاهد)، به ۴ کیلوگرم رسید. کاربرد تیمار محلول‌پاشی مس در پایان دوره خواب و قبل از جوانه‌زدن، علی‌رغم این‌که غلظت مس را به‌طور معنی‌دار در درخت‌های تحت تیمار افزایش نداد، سبب افزایش معنی‌دار عملکرد نسبت به شاهد شد. برخی محققین از جمله مالهی و همکاران (۳۱) و کیسیل و همکاران (۲۸) نیز محلول‌پاشی مس را روشی جهت حصول عملکرد بیشتر عنوان نموده‌اند. نتایج مقایسه میانگین بر اساس آزمون دانکن برای تعداد دانه در هر اونس، درصد خندانی و درصد پوکی در تیمارهای مختلف در جدول ۴ نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، تعداد دانه در هر اونس (۲۸/۳۲ گرم) که شاخص مهمی در کیفیت پسته محسوب شده و نشان‌دهنده درشتی و ریزی می‌باشد، در تیمارهای مختلف معنی‌دار نشد. این نتایج با تحقیقات سیدی (۱۳) که محلول‌پاشی روی در باغ‌های پسته و اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی آن را مورد بررسی قرار داد هم‌خوانی دارد. هم‌چنین درصد خندانی با توجه به این‌که در تیمار محلول‌پاشی مس در اسفندماه نسبت به شاهد افزایش نشان داد، لیکن معنی‌دار نگردید، با توجه به این‌که تعداد پسته‌های دهن بست در تیمارهای مختلف نیز معنی‌دار نگردید، شاخص نسبت خندانی به دهن‌بسته بودن (Split/non Split)، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای کودی مختلف وجود دارد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود (جدول ۴)، محلول‌پاشی مس در اسفندماه، این نسبت را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با سایر تیمارها افزایش داد که نشان‌دهنده تأثیر مثبت مس می‌باشد. هم‌چنین تیمارهای مختلف اعم از مصرف خاکی و محلول‌پاشی روی و مس در زمان‌های مختلف هیچ تأثیر معنی‌داری بر درصد پوکی نداشتند. به‌عبارت دیگر بین تیمارهای مختلف کودی به‌کار رفته از نظر افزایش یا کاهش این ویژگی تفاوتی دیده نشد. سیدی (۱۳) نشان داد، کاربرد محلول‌پاشی ۲، ۵ و ۱۰ در هزار روی تأثیر معنی‌داری بر افزایش و یا کاهش درصد خندانی پسته نداشت و با توجه به این‌که کاربرد غلظت ۵ در هزار روی باعث افزایش پوکی شد ولی از نظر آماری معنی‌دار نگردید. تسی‌پوریدیس و همکاران (۴۱) نیز عنوان نمود که کاربرد خاکی و محلول‌پاشی سولفات و کلات روی تأثیری بر خندانی پسته

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

جدول ۱. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تحت آزمایش

عمق (cm)	EC	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	P	Zn	Cu	کربنات کلسیم معادل (٪)	بافت خاک
				($mg\ kg^{-1}$)				
۰-۳۰	کمترین	۲/۰۲	۷/۴۴	۱۱/۶	۰/۱۱۳	۰/۰۰۷	۱۳/۲	لوم شنی
	بیشترین	۵/۹۲	۸/۰۴	۱۳/۲	۴/۳۱۰	۰/۶۷۸	۲۱/۵	
	میانگین	۳/۲	۷/۷۰	۱۲/۴	۱/۸۰۰	۰/۳۰۰	۱۷/۳	
۳۰-۶۰	کمترین	۱/۸۰	۷/۴۰	۱۰/۸	۰/۴۸۰	۰/۱۲۶	۱۱/۲	لوم شنی
	بیشترین	۳/۲۸	۸/۲۰	۱۱/۵	۱/۶۲۰	۰/۸۵۲	۱۸/۵	
	میانگین	۲/۴	۷/۸۰	۱۱/۲	۰/۸	۰/۴۰۰	۱۵/۶	

جدول ۲. برخی خصوصیات شیمیایی آب آبیاری

EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	بی کربنات	کلر	کلسیم	منیزیم	سدیم	بور
		($meq\ l^{-1}$)					($mg\ l^{-1}$)
۶/۹	۷/۹	۲/۸	۲۲/۲	۴/۷	۴/۲	۲۶/۲	۲/۳

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس عملکرد و صفات کمی و کیفی پسته

منبع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	تعداد دانه در هر اونس	درصد خندانی	درصد پوکی	S/n.S	درصد چربی	درصد پروتئین
		صفات		میانگین مربعات سال اول				
بلوک	۲	۰/۱۰۵	۶/۳۵۸	۳۲/۹۸	۵۱۸	۰/۰۳۴	۸/۱۱۳	۳/۹۲۹
تیمار	۸	۰/۶۵*	۵/۳۴۳	۱۴۸/۵	۱۵۱/۱۸	۰/۲۰۶*	۲۱/۹۷	۱۳/۳۵*
خطا	۱۶	۰/۲۱	۳/۶۴	۷۷/۰۲	۱۴۲/۶۹	۰/۰۶۵	۱۳/۳۳	۵/۵۷۴
%CV		۱۴/۷	۶/۴۵	۱۱/۰۹	۳۰/۳۲	۱۵/۵۷	۷/۹۱	۱۰/۱۲
				میانگین مربعات سال دوم				
بلوک	۲	۰/۰۸۳	۲۶/۱۴	۵/۹۹	۲۷/۰۷	۰/۰۲۲	۰/۵۹	۳۶/۸۶
تیمار	۸	۰/۶۶۲**	۱۹/۳۹**	۶۱۶/۷**	۴۳۸/۸	۰/۳۴۲**	۸/۹۱	۳۳/۷۶*
خطا	۱۶	۰/۱۵۷	۲۲/۰۲	۱۶۰/۱	۳۰۹/۱	/۰۷۸ ۰	۷/۱۳	۱۳/۰۲
%CV		۲۸/۷	۱۳/۸	۲۰	۳۲	۲۰/۳۷	۶/۱	۱۵/۲

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

جدول ۴. تأثیر کاربرد تیمارهای کودی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد سال اول

فاکتور / تیمار	عملکرد (kg/tree)	تعداد دانه در هر اونس	درصد خندانی	دهن بسته/خندانی	درصد پوکی	درصد چربی	درصد پروتئین
ZnT_1	۳/۰^{bc}	۳۰/۳	۸۷/۹	۱/۶۰^{b}	۳۳/۱	۴۲/۵	۲۲/۵۰^{c}
ZnT_2	۳/۴۰^{b}	۳۱/۷	۷۶/۷	۱/۵۷^{b}	۳۰/۵	۴۵/۶	۲۵/۸^{ab}
ZnT_3	---	---	---	---	---	---	---
CuT_1	۴/۰۰^{a}	۲۹/۷	۹۴/۱	۲/۲۵^{a}	۳۱/۲	۵۰/۹	۲۷/۰۰^{a}
CuT_2	۳/۲^{bc}	۲۷/۵	۸۲/۴	۱/۷۰^{b}	۴۲/۴	۴۸/۱	۲۱/۹۰^{c}
CuT_3	---	---	---	---	---	---	---
$ZnCuT_1$	۳/۲^{bc}	۲۸/۷	۷۷/۶	۱/۵۵^{b}	۴۹/۳	۴۶/۴	۲۱/۴۰^{c}
$ZnCuT_2$	۳/۱^{bc}	۲۷/۹	۷۵/۷	۱/۵۰^{b}	۴۴/۷	۴۶/۹	۲۲/۹^{bc}
$ZnCuT_3$	---	---	---	---	---	---	---
چالکود متوسط	۲/۸۰^{c}	۳۰/۳	۷۳/۰	۱/۴۴^{b}	۴۷/۷	۴۵/۸	۲۰/۸۰^{c}
چالکود زیاد	۳/۰^{bc}	۳۰/۵	۶۹/۹	۱/۳۷^{b}	۳۹/۶	۴۲/۱	۲۴/۲^{bc}
شاهد	۳/۰^{bc}	۲۹/۷	۸۳/۶	۱/۸۰^{b}	۳۶/۰	۴۷/۴	۲۲/۱۰^{c}
نتیجه آزمون	*	ns	ns	*	ns	ns	*

ns : عدم وجود اختلاف معنی‌دار

*: اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

نداشت. این محققین اظهار داشتند، احتمالاً روی نقش مهمی را در خندانی پسته ایفا نمی‌کند که این امر می‌تواند به‌خاطر تحرک محدود روی به‌کار رفته باشد. یکی از دلایل کم تحرک بودن روی به ظرفیت بالای برگ در نگه‌داری روی و خودداری از انتقال آن به سایر قسمت‌ها، نسبت داده می‌شود (۴۱ و ۴۲). کرین (۲۳) گزارش کرد که پسته رقم کرمان میوه‌های پارتنوکارپ (پوک) تولید می‌کند. وی در این تحقیق و تحقیق بعدی خود (۲۴) تأکید کرد که دلیل اصلی دانه‌های پوک پسته، سقط جنین است. هم‌چنین در تحقیقات دیگری آمده است که پوکی در پسته می‌تواند به دلایل مختلفی از قبیل گرده افشانی زود هنگام، نوع پایه، ژنوتیپ دانه گرده، شرایط محیطی و تغذیه‌ای به‌وجود آید (۱۵ و ۲۴). تیمار محلول‌پاشی مس در اسفند علی‌رغم این‌که میزان چربی مغز پسته را ۷/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد ولی نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای محلول‌پاشی روی و مس در زمان‌های اسفند و فروردین و هم‌چنین چالکود نشان نداد. نتایج مقایسه میانگین درصد پروتئین پسته‌های تحت تیمار با آزمون دانکن نشان داد (جدول ۳)، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مصرف خاکی و محلول‌پاشی در زمان‌های مختلف روی و مس از لحاظ درصد پروتئین وجود دارد. به‌گونه‌ای که کاربرد محلول‌پاشی مس در زمان اسفند، درصد پروتئین مغز پسته را ۲۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. سیاوشی و همکاران (۱۲) عنوان نمودند که یک‌بار محلول‌پاشی روی با غلظت ۲ در هزار در هنگام کاشت پاییزه نخود، سبب گردید تا بالاترین درصد پروتئین (۲۶/۹ درصد) از این تیمار به‌دست آید. سیدی (۱۳) نیز نشان داد، کاربرد غلظت ۵ در هزار روی تأثیر

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

بسیار معنی‌داری بر درصد پروتئین مغز پسته داشته و موجب افزایش آن تا ۲۷/۹ درصد شد. خورانا و شاترجی (۲۷) در آفتابگردان و هم‌چنین بای‌بوردی و ملکوتی (۳) در بادام تأثیر کاربرد محلول‌پاشی روی بر درصد روغن مغز را مثبت و فزاینده عنوان نمودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۵)، غلظت روی در سطح ۱ درصد معنی‌دار است. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) با استفاده از آزمون دانکن نشان داد، محلول‌پاشی توام روی و مس در اسفندماه غلظت روی را ۱۱۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. هم‌چنین غلظت عنصر مس تحت تأثیر تیمار هشتم (محلول‌پاشی توام مس و روی فروردین)، به ۲۷ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید و نسبت به شاهد بیش از ۶۴ درصد افزایش حاصل کرد. نتایج جدول ۶ نشان داد که غلظت سدیم در تیمار یازدهم (چالکود زیاد) حداکثر و در تیمار چهارم (محلول‌پاشی مس اسفند) حداقل بود. نتایج تجزیه واریانس ساقه نشان داد که هیچ یک از تیمارهای اعمال شده بر غلظت عناصر ساقه معنی‌دار نبود (جدول ۷). افزایش غلظت روی برگ از طریق محلول‌پاشی توسط محققان بسیاری از جمله یوریو و پیرسون (۴۰)؛ براون و ژانگ (۲۱)؛ خورانا و شاترجی (۲۷)؛ تسی‌پوریدس و همکاران (۴۱)؛ سیدی (۱۳)؛ قادری (۱۷)؛ گزارش شده است. تحقیقات شارما و همکاران (۳۷) نشان داد که محلول‌پاشی مخلوط سولفات روی و مس ۰/۲ درصد در مرکبات، غلظت روی و مس در برگ را به‌طور معنی‌داری افزایش داد.

۲- نتایج سال دوم آزمایش

۲-۱- اثر مصرف خاکی و محلول‌پاشی روی و مس بر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی پسته

با توجه به نتایج جدول ۳، اختلاف معنی‌داری بین عملکرد در تیمارهای مختلف وجود دارد. همان‌گونه که در جدول ۸ دیده می‌شود، تیمار محلول‌پاشی روی در اسفندماه میزان محصول را بیش از ۶۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد به‌گونه‌ای که عملکرد از ۱/۴ به ۲/۳ کیلوگرم رسید. سوئیت‌لیک (۳۸) عنوان نمود، محلول‌پاشی روی قبل از گل‌دهی در مرکبات و انگور موجب افزایش عملکرد میوه گردید. پریا (۳۵) ضمن تحقیقی در درختان سیب عنوان نمود، اگر چه محلول‌پاشی مس در اواسط تابستان غلظت مس برگ را به‌طور معنی‌داری نسبت به‌شاهد افزایش داد، اما بر بهبود عملکرد درختان سیب تأثیر معنی‌داری نداشت. جدول ۳ هم‌چنین نشان داد، تعداد دانه در هر اونس، درصد خندانی در تیمارهای مختلف معنی‌دار بود. با توجه به نتایج جدول ۸، محلول‌پاشی مس در پاییز (CuT_3) توانست تعداد دانه در هر اونس را به کمترین مقدار خود برساند. تعداد دانه در هر اونس، نشان‌دهنده درشت بودن پسته در یک وزن ثابت است و یکی از مهم‌ترین شاخص‌های کیفی و بازارپسندی پسته محسوب می‌شود. از آنجا که درختان تحت تیمار یازدهم (چالکود زیاد) کوچک‌ترین دانه‌ها را تولید نمودند لیکن با شاهد معنی‌دار نگردید. احتمالاً سطوح بالای عناصر کم‌مصرف آهن و مس باعث بروز اختلال در جذب و یا انتقال عناصر دیگر می‌شود. سرچشمه‌پور و ملکوتی (۹) نیز در آزمایشی به همین نتیجه رسیدند. تجزیه و تحلیل شاخص درصد خندانی نشان داد که تیمارهای چالکود متوسط و محلول‌پاشی روی در پاییز دارای بیشترین درصد خندانی و تیمار چالکود زیاد کمترین درصد خندانی را به خود اختصاص داد که حاکی از به‌هم خوردن کامل تعادل عناصر غذایی در درختان تحت این تیمار بود. با توجه به معنی‌دار شدن نسبت خندانی به دهن‌بسته بودن (S/nS)، نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، چالکود متوسط باعث افزایش این پارامتر نسبت به سایر تیمارها گردید (جداول ۳ و ۸). نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۳)، از نظر افزایش یا کاهش درصد پوکی بین تیمارهای مختلف به‌کار رفته تفاوتی دیده نشد. کرین (۲۳) گزارش کرد که در اغلب باغ‌های پسته، پوکی در سطح بالایی وجود دارد و تولید پسته پوک در میان ارقام مختلف پسته متفاوت می‌باشد. سرچشمه‌پور و ملکوتی (۹) تعیین معیارهای کیفی پسته و ارتقاء آن را به‌وسیله مصرف بهینه کود و آب مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که بین قطعات تیمار و شاهد از نظر درصد

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصر غذایی برگ پسته

صفات		میانگین مربعات سال اول						
منبع تغییرات	درجه آزادی	P	K	Na	Ca	Mg	Zn	Cu
بلوک	۲	۰/۰۰۳	۰/۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۸۱	۰/۰۱	۰/۱۴۲	۲/۰۷۵
تیمار	۸	۰/۰۰۳	۱/۰۵	۰/۰۲*	۰/۱۶۶	۰/۰۴۴	۱۷/۸۱**	۶۲/۳۷**
خطا	۱۶	۰/۰۰۵	۱/۲۴۴	۰/۰۰۶	۰/۲۹۳	۰/۰۴۷	۳/۳۵۷	۸/۲۸۳
%CV		۱۸/۹۶	۲۷/۵۹	۲۷/۹۴	۳۳/۳۳	۲۸/۵۱	۲۲/۹۷	۱۵/۶۴
		میانگین مربعات سال دوم						
بلوک	۲	۰/۰۰۱	۰/۰۲۹	۰/۰۱۸	۰/۰۵۷	۰/۰۰۸	۱/۹۵	۶/۶۶
تیمار	۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۷۰	۰/۰۳۴**	۰/۲۲**	۰/۰۲۴**	۱۷/۴۸*	۱۵۹/۶**
خطا	۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۳۲	۰/۰۰۶	۰/۰۴۵	۰/۰۰۴	۵/۵۷	۱۸/۰۱
%CV		۲۶/۸	۲۱/۲	۲۸/۹	۲۸/۷	۱۷/۴	۱۱/۵۶	۲۸/۲

* و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۶. تأثیر تیمارهای کودی مختلف بر غلظت عناصر غذایی در برگ (سال اول)

تیمار	(درصد)				(میلی‌گرم در کیلوگرم)	
	P	K	Na	Ca	Mg	Zn	Cu
ZnT_1	۰/۳۹	۱/۳۰	۰/۳abc	۱/۶۲	۰/۷۸	۷/۴bcd	۲۰/۵bc
ZnT_2	۰/۳۷	۱/۱۰	۰/۳۳ab	۱/۸۴	۱/۱۰	۶/۴bcd	۱۳/۹de
ZnT_3	---	---	---	---	---	---	---
CuT_1	۰/۴۲	۱/۱۰	۰/۱۳d	۱/۳۱	۰/۷۷	۹/۶ab	۲۰/۱bc
CuT_2	۰/۳۵	۰/۷۲	۰/۳۵ab	۱/۵۲	۰/۸۰	۸/۵bc	۲۱/۷b
CuT_3	---	---	---	---	---	---	---
$ZnCuT_1$	۰/۳۷	۰/۷۱	۰/۲۷abcd	۱/۴۴	۰/۶۷	۱۲/۵a	۱۸/۷bcd
$ZnCuT_2$	۰/۳۴	۰/۹۴	۰/۲۳abcd	۲/۱۰	۰/۷۱	۹/۰bc	۲۶/۹a
$ZnCuT_3$	---	---	---	---	---	---	---
چالکود متوسط	۰/۴۰	۱/۳۰	۰/۱۸cd	۱/۴۷	۰/۶۸	۸/۶bc	۱۵/۶cde
چالکود زیاد	۰/۳۴	۱/۰۲	۰/۳۷a	۱/۷۲	۰/۶۵	۴/۱d	۱۱/۸e
شاهد	۰/۳۵	۰/۹۵	۰/۲۲bcd	۱/۶۲	۰/۷۲	۵/۷cd	۱۶/۴bcde
نتیجه آزمون	ns	ns	*	ns	ns	**	**

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

* و **: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس غلظت عناصر غذایی ساقه در سال اول

صفات		میانگین مربعات						
منبع تغییرات	درجه آزادی	P	K	Na	Ca	Mg	Zn	Cu
بلوک	۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۱۲۹	۰/۰۰۱	۱۰/۶۱۲	۰/۲۵۵
تیمار	۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۶۱	۰/۰۰۱	۹/۲۵۲	۲/۹۳
خطا	۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۴۱	۰/۰۰۲	۳/۶۹۴	۴/۷۹
%CV		۹/۶۹	۷/۱۲	۳۱/۲۴	۱۸/۳۲	۲۷/۰۴	۲۰/۹۳	۲۳/۷۵

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

جدول ۸. تأثیر کاربرد تیمارهای کودی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد سال دوم

فاکتور / تیمار	عملکرد (kg/tree)	تعداد دانه در هر اونس	درصد خندانی	خندانی/ دهن‌بسته	درصد پوکی	درصد چربی	درصد پروتئین
ZnT_1	۲/۳^{a}	۳۵/۰^{a}	۸۴/۴^{ab}	۱/۷۵^{b}	۵۰/۲	۴۵/۱	۲۷/۹^{a}
ZnT_2	۱/۰^{d}	۳۵/۵^{a}	۶۴/۶^{bcde}	۱/۲۷^{b}	۵۵/۵	۴۵/۹	۲۰/۳^{a}
ZnT_3	۱/۵^{bcd}	۳۴/۳^{a}	۵۷/۱^{cde}	۱/۴۱^{b}	۵۴/۶	۴۴/۲	۲۳/۳^{a}
CuT_1	۱/۰^{d}	۳۲/۳^{a}	۶۸/۸^{abcd}	۱/۳۶^{b}	۶۰/۱	۴۵/۳	۲۴/۶^{a}
CuT_2	۱/۲۵^{cd}	۳۳/۴^{a}	۵۶^{cde}	۱/۱۰^{b}	۸۳/۱	۴۲/۳	۲۰/۳^{a}
CuT_3	۱/۰^{d}	۲۷/۵^{b}	۵۸/۲^{cde}	۱/۲۰^{b}	۴۷/۸	۴۱/۳	۲۱/۷^{a}
$ZnCuT_1$	۱/۸^{abc}	۳۳/۰^{a}	۴۶^{de}	۱/۲۰^{b}	۴۵/۹	۴۴/۳	۲۹/۰^{a}
$ZnCuT_2$	۲/۰۷^{ab}	۳۴/۰^{a}	۶۹/۴^{abcd}	۱/۴۲^{b}	۵۵/۵	۴۵/۶	۲۶/۸^{a}
$ZnCuT_3$	۱/۱^{cd}	۳۵/۰^{a}	۵۱/۱^{cde}	۱/۱۰^{b}	۳۵/۷	۴۲/۷	۲۵/۴^{a}
چالکود متوسط	۱/۰^{d}	۳۵/۷^{a}	۸۹/۷^{a}	۲/۲۲^{a}	۴۳/۵	۴۱/۸	۲۰/۴^{a}
چالکود زیاد	۱/۰^{d}	۳۶/۶^{a}	۴۳/۳^{e}	۱/۰۰^{b}	۶۵/۴	۴۵/۹	۱۹/۳^{b}
شاهد	۱/۴^{bcd}	۳۴/۳^{a}	۷۱/۷^{abc}	۱/۴۲^{b}	۶۰/۰	۴۱/۰	۲۰/۴^{a}
نتیجه آزمون	**	**	**	**	ns	ns	÷

ns : عدم وجود اختلاف معنی‌دار

*، **: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

جدول ۹. تأثیر تیمارهای کودی مختلف بر غلظت عناصر غذایی در برگ (سال دوم)

تیمار	(درصد)					(میلی‌گرم در کیلوگرم)	
	P	K	Na	Ca	Mg	Zn	Cu
ZnT_1	۰/۰۸۴	۰/۸۶	۰/۲۲^{bc}	۰/۸^{b}	۰/۶^{a}	۲۶/۸^{a}	۱۲/۸^{b}
ZnT_2	۰/۰۸۸	۰/۸۳	۰/۴۷^{a}	۰/۸^{b}	۰/۳۷^{bcde}	۱۸/۸^{b}	۹/۶^{b}
ZnT_3	۰/۰۹۱	۱/۰۰	۰/۳۵^{abc}	۱/۰^{b}	۰/۴۵^{b}	۲۰/۲^{b}	۱۳/۲^{b}
CuT_1	۰/۱۱۱	۱/۱	۰/۲۵^{abc}	۰/۷^{b}	۰/۳۶^{bcde}	۲۱/۹^{b}	۱۲/۴^{b}
CuT_2	۰/۰۸۷	۰/۶۵	۰/۱۷^{c}	۰/۵^{b}	۰/۳۰^{cde}	۱۷/۹^{b}	۱۱^{b}
CuT_3	۰/۰۸۱	۰/۹۰	۰/۲۸^{abc}	۰/۹^{b}	۰/۴۰^{bc}	۲۱/۳^{b}	۳۱/۶^{a}
$ZnCuT_1$	۰/۰۷۴	۰/۶۲	۰/۱۴^{c}	۰/۵^{b}	۰/۴۱^{bc}	۲۰^{b}	۱۰/۴^{b}
$ZnCuT_2$	۰/۰۶۲	۰/۶۶	۰/۲۲^{bc}	۰/۵^{b}	۰/۳۹^{bcd}	۱۹/۵^{b}	۱۱/۶^{b}
$ZnCuT_3$	۰/۰۹۴	۱/۰۰	۰/۲۷^{abc}	۰/۷^{b}	۰/۳۴^{bcde}	۲۱/۳^{b}	۲۶/۵^{a}
چالکود متوسط	۰/۰۷۴	۰/۹۰	۰/۴۲^{ab}	۱/۵^{a}	۰/۴۳^{b}	۲۰/۹^{b}	۹/۲^{b}
چالکود زیاد	۰/۰۸۹	۰/۹۱	۰/۳۳^{abc}	۰/۴^{b}	/۲۶^{e}	۱۸/۴^{b}	۷/۸^{b}
شاهد	۰/۰۸۵	۰/۷۴	۰/۱۴^{c}	۰/۶^{b}	۰/۲۸^{de}	۱۸^{b}	۱۱/۲^{b}
نتیجه آزمون	ns	ns	**	**	**	*	**

Ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

*، **: به‌ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن) و پارامترهایی که حروف‌گذاری نشده‌اند همه در یک کلاس قرار دارند.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

خندانی، درصد دهن‌بسته بودن و درصد پوکی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، هر چند این محققین عنوان نمودند که در بسیاری از موارد دانه‌ها در تیمار کودی از نظر درصد خندانی و دهن‌بسته بودن از کیفیت بهتری برخوردار بودند. نتایج تجزیه واریانس درصد چربی مغز پسته (جدول ۳)، بیانگر عدم تأثیر معنی‌دار تیمارهای اعمال شده بر افزایش و یا کاهش این فاکتور می‌باشد. به‌عبارت دیگر با کاربرد روش‌های مختلف مصرف روی و مس اعم از محلول‌پاشی و جای‌گذاری موضعی (چالکود)، درصد چربی مغز نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری حاصل نکرد. جداول ۳ و ۸ نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های درصد پروتئین مغز پسته را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است، اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مصرف خاکی و محلول‌پاشی در زمان‌های مختلف روی و مس از لحاظ مقدار درصد پروتئین وجود دارد. علی‌رغم این‌که درصد پروتئین مغز پسته تحت تیمار محلول‌پاشی روی اسفند به بالاترین حد خود رسید اما از لحاظ آماری فقط با تیمار چالکود زیاد معنی‌دار گردید. تولایی و همکاران (۳۹) عنوان نمودند که کمبود روی تحت تنش شوری، پروتئین پسته را کاهش داد. نتایج تجزیه واریانس غلظت روی در برگ نشان داد (جداول ۵ و ۹) که محلول‌پاشی روی در اسفندماه بیشترین تأثیر را بر غلظت این عنصر داشت و موجب افزایش معنی‌دار آن نسبت به شاهد گردید، به‌طوری که توانست بیش از ۴۸ درصد غلظت روی را نسبت به شاهد افزایش دهد. محلول‌پاشی توأم مس و روی و هم‌چنین محلول‌پاشی مس در مهرماه، غلظت مس را به‌طور معنی‌داری نسبت به بقیه تیمارها افزایش داد به‌گونه‌ای که غلظت مس از ۱۱/۲ (شاهد) به ۲۶/۵ و ۳۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم به‌ترتیب در تیمارهای فوق رسید. هم‌چنین محلول‌پاشی عنصر مس در پاییز، غلظت سدیم را به پایین‌ترین سطح خود رساند، لیکن محلول‌پاشی روی در اسفندماه و چالکود متوسط غلظت این عنصر را به مقدار زیادی افزایش داد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد، عناصر کلسیم و منیزیم به‌ترتیب در تیمارهای چالکود متوسط و محلول‌پاشی روی در اسفند به بالاترین حد خود رسیدند (جدول ۹). سیدی (۱۳) بیان کرد سطوح مختلف روی بر غلظت کلسیم در برگ مؤثر است. نتایج نشان داد، غلظت هیچ یک از عناصر غذایی اندازه‌گیری شده در ساقه نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یا کاهش نیافت.

نتیجه‌گیری (۲ سال مورد آزمایش)

با توجه به این‌که در رفسنجان، باغداران پسته در زمان‌های مختلف اقدام به محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف مخصوصاً مس و روی می‌کنند و بعضاً نتیجه مثبتی نمی‌گیرند، این تحقیق نشان داد که محلول‌پاشی عناصر مس و روی در زمان متورم شدن جوانه‌های گل (اواخر اسفندماه) بیشترین عملکرد را عاید کشاورزان می‌نماید. هم‌چنین به دلیل شور و آهکی بودن خاک‌های تحت کشت پسته، مصرف خاکی عناصر کم مصرف (روی و مس) عملکرد را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار نداد. پارامترهای کیفی از قبیل نسبت خندانی به دهن‌بسته بودن پسته و هم‌چنین تعداد دانه در اونس نیز در سال‌های اول و دوم تحت تأثیر اعمال محلول‌پاشی مس بهبود یافت. به گونه‌ای که در سال اول نسبت خندانی به دهن‌بسته بودن ۲۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. هم‌چنین درشت بودن دانه های پسته که با شاخص تعداد دانه در اونس سنجیده می‌شود نیز در سال دوم نسبت به شاهد بیش از ۲۰ درصد افزایش یافت. با وجود این‌که درصد روغن در دو سال متوالی تحت تأثیر معنی‌دار تیمارها قرار نگرفت لیکن در سال اول، محلول‌پاشی مس در اسفندماه، درصد پروتئین مغز پسته را نسبت به شاهد افزایش داد و در سال دوم علی‌رغم این‌که محلول‌پاشی روی در اسفند بیشترین درصد پروتئین را به‌خود اختصاص داد ولی معنی‌دار نگردید. همان‌گونه که گفته شد، غیرمؤثر واقع شدن چالکود در سال اول در مقادیر متوسط و زیاد، احتمالاً به‌خاطر قطع ریشه‌های موئین جهت ایجاد چالکود و سرعت

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

پایین رشد ریشه‌های پسته بود. سوئیت‌لیک (۳۸) نیز طی تحقیقی به این نتیجه رسید که کاربرد خاکی روی زیاد مؤثر نیست او دلیل این امر را نفوذ عمیق ریشه گیاهان و تحرک بسیار کم روی در خاک عنوان نمود. با این وجود در سال دوم اثر چالکودها بر خصوصیات کمی و کیفی پسته نمایان گردید به‌طوری که چالکود متوسط موجب بهبود برخی از فاکتورهای اندازه‌گیری شده مانند درصد خندانی و نسبت خندانی به دهن بسته بودن و چالکود زیاد سبب ریز شدن دانه‌های پسته و کاهش درصد پروتئین مغز آن شد.

منابع مورد استفاده

۱. اردلان، م. و غ. ر. ثواقبی. ۱۳۸۱. اثرات مصرف فسفر و روی بر رشد و ترکیب شیمیایی نهال پسته. مجله پژوهش در علوم کشاورزی ۲(۱):۲۳-۲۹.

۲. امامی، ع. ۱۳۷۵. *روش‌های تجزیه گیاه (جلد اول)*. نشریه فنی شماره ۹۸۲، مؤسسه تحقیقات آب و خاک، تهران.

۳. بای‌بوردی، ا.، م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۴. اثر محلول‌پاشی ازت، بور و روی بر تشکیل و کیفیت میوه بادام. زراعت و باغبانی. ۶۸: ۳۲-۴۰.

۴. حیدری نژاد، ع. و د. ابوسعیدی. ۱۳۸۴. شناسایی و بررسی عوامل مؤثر بر ریز برگی درختان پسته (قرمزو) از دیدگاه بیماری‌های گیاهی، تغذیه و آبیاری.گزارش نهایی بخش تحقیقات آبیاری و تغذیه موسسه تحقیقات پسته کشور، ایران.

۵. خوشگفتارمنش، ا. ح. ۱۳۸۳. تعیین مهمترین عوامل محدود کننده تولید پسته در اراضی شور استان قم. پژوهش‌نامه استان قم، مجموعه مقالات تحقیقات استان قم، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان قم.

۶. دردی‌پور، ا.، م. ج. ملکوتی و ح. سیادت. ۱۳۸۰. نقش پتاسیم و روی در رشد و عملکرد جو آبیاری شده با آب دریای خزر. مجله خاک و آب (ویژه‌نامه مصرف بهینه کود). ۱۲(۱۴): ۲۵۱-۲۶۰.

۷. دفتر آمار و فنآوری اطلاعات. ۱۳۸۳. آمارنامه کشاورزی. جلد اول: محصولات زراعی و باغی. سال زراعی۸۲-۱۳۸۱. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

۸. رسولی، م. ح. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. بررسی روش‌های مصرف سولفات روی بر عملکرد و شاخص‌های رشد سیب (قسمت اول). مجله خاک و آب (ویژه‌نامه باغبانی) ۱۲(۸):۵۴-۶۳.

۹. سرچشمه پور، م. و م. ج. ملکوتی. *ضرورت کوددهی پتاسیم در پسته (افزایش محصول با بهبود کیفیت)*. نشریه فنی شماره ۴۴۲، ۱۳۸۴، انتشارات سنا، تهران.

۱۰. سمر، س. م. ۱۳۷۷. رفع کلروز آهن درختان سیب از طریق تماس جزئی ریشه با مواد فاقد کربنات کلسیم، رساله دکتری خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

۱۱. سمر، س. م. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۸. *روش‌های کاربرد برای مقابله با کمبود آهن در درختان میوه (چالکود)*. انتشارات نشر آموزش کشاورزی، سازمان تات وزارت کشاورزی، کرج.

۱۲. سیاوشی، ک.، ر. سلیمانی و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸۳. تأثیر زمان‌های مختلف مصرف سولفات روی و تاریخ کاشت بر عملکرد و درصد پروتئین نخود دیم. مجله آب و خاک ۱۸(۱): ۴۸-۴۱.

۱۳. سیدی، م. ۱۳۷۷. اثر محلول پاشی بر و روی بر عملکرد و کیفیت میوه پسته. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۱۴. شهابی، ع. ا. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۷۹. بررسی میزان کارایی روش جایگذاری موضعی با مصرف توام عناصر غذایی در رفع

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

ناهنجاری‌های تغذیه‌ای در باغ‌های سیب سمیرم. مجله خاک و آب (ویژه نامه باغبانی) ۱۲(۸): ۸۳-۷۵.

۱۵. کامیاب، ف. ۱۳۸۴. تعیین و بررسی مناسب ترین رقم گرده‌زا برای چهار رقم ماده تجاری پسته (کله قوچی، اکبری، اوحدی و احمد آقایی) و تعیین جنسیت در پسته به روش ملکولی RAPD. پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۱۶. طالبی، م. ۱۳۸۷. تأثیر روی و شوری بر رشد، ترکیب شیمیایی و بافت آوندی در دو رقم پسته. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان.

۱۷. قادری، ن. ۱۳۷۸. اثر محلول‌پاشی عناصر بور و روی بر تشکیل میوه و برخی صفات کمی و کیفی میوه بادام رقم شاهرودی ۱۲. پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

۱۸. مظفری، و. و ا. تاج‌آبادی‌پور. ۱۳۸۳. گزارش نهایی طرح بررسی مسایل و مشکلات باغ‌های پسته. دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان.

۱۹. مظفری، و. ۱۳۸۴. بررسی نقش پتاسیم، کلسیم و روی در کنترل عارضه سرخشکیدگی پسته. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

20. Brown, P. H., Q. Zhang and B. Beede. 1994. Effect of foliar fertilization on zinc nutritional status of pistachio trees. Annu. Rep. Pistachio Calif. 93.94:77-80.
21. Brown, P. H., and Q. Zhang. 1997. Foliar spray applications at spring flush enhances zinc status of pistachio trees. Annu. Rep. Pistachio Calif. 96.97:101-106.
22. Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soil. Agron. J. 43: 434-438.
23. Crane, J. C. 1973. Parthenocarpy: a factor contributing to the production of blank pistachio. Hort. Sci. 8:988-990.
24. Crane, J. C. 1986. Pistachio production. Division of Agriculture and natural Resources. University of California.
25. Kallsen, C. E., B. Holtz, L. Villaraz and C. Wylie. 2000. Leaf zinc and copper concentrations of mature pistachio trees in response to fertigation. Hort. Technol. 10:172-176.
26. Khoshgoftar, A. H., H. Shariatmadari, N. Karimian, M. Kalbasi, S. E. A. T. M. Van der Zee and D. R. Parker. 2004. Salinity and Zn application effects on phytoavailability of Cd and Zn. Soil Sci. Soc. Am. J. 68:1885–1889.
27. Khurana, N. and C. Chatterjee. 2001. Influence of variable zinc on yield, oil content, and physiology of sunflower. Commun. Soil. Sci. Plant Anal. 32:3023–3030.
28. Kisiel, R. D., D. Borirzecka and D. Kalizewicz. 1995. Effect of nitrogen and copper fertilizer application on yield and direct production costs of wheat. Acta Academia Agricultural Techniea Olstensis Oconomica 31:33-45.
29. Kosegarten, U., B. Hoffman and K. Mengel. 1999. Apoplectic pH, and reduction in intact sunflower leaves. Plant Physiol. 121 :1069-1079.
30. Lindsay, W. L. and W. A. Norvell. 1979. Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn, Cu. Soil Sci. Soc. Am. J. 42: 421-428.
31. Malhi, S. S., L. J. Pencing and D. J. Macpherson. 1989. Effect of copper on stem melansis and yield of wheat: Sources, rates and methods of application. Plant Soil 119:119-204.
32. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed., Academic Press, London, U.K.
33. Mozaffari, V. and M. J. Malakouti, 2006. An investigation of some causes of Die-back Disorder of pistachio trees and its control through balanced fertilization in Iran. Acta Hort. 226: 301-305.
34. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanbe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circ.
35. Peryea, F. J. 2000. Midsummer Copper Sprays Have No Effect on 'Delicious' Apple Fruit Color Grade or Typiness. J. Plant Nutr. 23(4): 507-515.
36. Richards, L.A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook No .60, Washington, DC, USA.
37. Sharma, K.K., K.N. Sharma and V.K Nayyar. 1990. Effect of copper and zinc sprays on leaf-nutrient concentration in Kinnow mandarin (*Citrus reticulate* x C. Deliciosa). Ind. J. Agric. Sci. 60:278-280.
38. Swietlik., D. 2002. Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. Acta Hort. 594:123–129.
39. V. Tavallali, M. Rahemi, M. Maftoun, B. Panahi, S. Karimi, A. Ramezanian and M. Vaezpour. 2009. Zinc influence and salt stress on photosynthesis, water relations, and carbonic anhydrase activity in pistachio. Scientia Hort. 123: 272-279.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]

40. Uriu, K. and J. Pearson. 1987. Zinc deficiency in pistachio: Diagnosis and correction. Annu. Rep. Pistachio Calif 71-72.
41. Tsipouridis, C., T. Thomidis, I. Zakintinos, Z. Michailidis and T. Michailides. 2005. Treatment of pistachio with boric acid, Zn-sulfate and Zn-chelate. Agron. Sustain. Dev. 25:377-379.
42. Zhang, Q. and P.H. Brown. 1999a. The mechanism of foliar zinc absorption in pistachio and walnut. J. Am. Soc. Hort. Sci. 4:312-317.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-06-22]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1389.14.52.12.7]