نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۷، ص. ۱۰۱۲-۱۰۰۳

Journal of Water and Soil
Vol. 32, No. 5, Nov.-Des. 2018, p. 1003-1012

تأثیر کاربرد گوگرد و کود دامی بر عملکرد و کیفیت میوه خرمای رقم برحی

حجت دیالمی[1*]- محمدرضا گرشاسبی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۰۴

چکیده

با هدف بررسی تأثیر کاربرد گوگرد و کود دامی بر عملکرد و کیفیت میوه خرما و امکان تولید محصول سالم، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با۶ تیمار و ۴ تکرار (هر تکرار شامل یک اصله نخل) بر روی نخل خرمای بارور رقم برحی در پژوهشکده خرمای و میوه‌های گرمسیری (اهـواز) به مدت ۲ سال اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی عبارت از:T_1= تیمار شاهد (بدون مصرف کود)، T_2 = مصرف کودهای معدنی برای هر اصله نخل خرما بر اساس آزمون خاک، T_3 = مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی برای هر اصله نخل خرما بر اساس عرف منطقه، T_4= تیمار سوم بـه عـلاوه گـوگرد عنصـری مخلوط شده با مایه تلقیح تیوباسیلوس به میزان ۵ درصد وزنی کود دامی مورد استفاده، T_5= تیمار سوم به علاوه گوگرد عنصری مخلوط شـده بـا مایـه تلقیح تیوباسیلوس به میزان ۱۰ درصد وزنی کود دامی مورد استفاده، T_6= تیمار سوم به علاوه گوگرد عنصری مخلوط شده با مایه تلقیح تیوباسیلوس بـه میزان ۱۵ درصد وزنی کود دامی مورد استفاده، می‌باشند. نتایج نشان داد که عملکرد نخل خرما در تمامی تیمارهای کودی در مقایسـه بـا تیمـار شـاهد بالاتر می‌باشد. مصرف کودهای معدنی و گوگرد عنصری عملکرد نخل خرما را به ترتیب به میزان ۱۰ و ۷ درصد افزایش داد. بر اساس نتایج این تحقیق، به منظور افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات کمی میوه خرما، کاهش مصرف کودهای شیمیایی در نخلستان و امکان تولید محصول سالم خرما، مصرف ۱۵۰۰ گرم گوگرد پودری مخلوط شده با مایه تلقیح تیوباسیلوس به همراه ۳۰ کیلوگرم کود دامی به ازای هر اصله نخل به عنوان بهترین تیمار معرفی و کاربرد آن در نخلستان توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تیوباسیلوس، کود دامی، گوگرد عنصری، نخل خرما

مقدمه

کشور ایران با سطح زیر کشت حدود ۲۳۰ هزار هکتار و تولید بیش از یک میلیون تن، رتبه دوم تولید خرما را در جهان دارد. همچنین خرما، ششمین محصول مهم باغی بوده و از نظر تولید، حدود ۵/۵ درصد کل تولیدات باغبانی کشور را به خود اختصاص داده و در مقایسه با دیگر محصولات کشاورزی از مزایای نسبی فراوانی برخوردار است (۳). از طرف دیگر، خاک‌های اغلب مناطق ایران به ویژه نخلستان‌ها، جزء خاک‌های آهکی محسوب شده و بالا بودن pH این نوع خاک‌ها، می‌تواند باعث تثبیت عناصر غذایی قابل جذب در خاک و در نتیجه کاهش جذب آنها توسط گیاه گردد. نتایج پژوهش-هایی که تاکنون در این زمینه انجام شده است نشان می‌دهد که مصرف گوگرد در خاک به عنوان یک ماده ارزان قیمت و فراوان به افزایش فرم محلول و قابل جذب عناصر غذایی درخاک کمک می کند.

مارشنر[3](۱۷) گزارش نمود، مصرف گوگرد در خاک با ایجاد شرایط اسیدی، باعث افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی از قبیل کلسیم، فسفر، منیزیم و سولفات در خاک گردیده و در نتیجه افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه در پی داشته است. عبدو و همکاران[4](۲) گزارش کردند کاربرد گوگرد باعث افزایش حلالیت فسفر و عناصر غذایی کم مصرف در خاک‌های آهکی گردیده است. خفاجی و همکاران[5](۱۰) گزارش کردند کاربرد گوگرد در خاک‌های آهکی، باعث کاهش pH خاک و افزایش میزان فسفر قابل جذب در خاک می‌گردد. نرولا و همکاران[6](۲۲) با بررسی تأثیر کاربرد تیمارهای گوگرد و گوگرد همراه با باکتری تیوباسیلوس بر میزان pH خاک‌های آهکی گزارش کردند

۱ و ۲- استادیار پژوهشی و مربی پژوهشی، پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: dialamy_s @ yahoo.com
DOI: 10.22067/jsw.v32i5.72413

3- Marschner
4- Abdou et al.
5- Khafaji et al.
6- Narula et al.

که تیمار گوگرد همراه با باکتری تیوباسیلوس پس از ۱۸ هفته، pH خاک را از ۸/۹ به ۷/۶ کاهش داد. در حالی‌که مصرف گوگرد به تنهایی، در این مدت زمان، pH را از ۸/۹ به ۷/۹ کاهش داد. مدیش و همکاران[1](۱۸) بیان کردند که باکتری‌های تیوباسیلوس به عنوان مهمترین اکسیدکنندگان گوگرد در خاک به شمار می‌روند و تلقیح خاک با این باکتری‌ها باعث افزایش سرعت اکسایش گوگرد می‌گردد. از طرفی در صورتی که جمعیت آنها در خاک کم باشد، به خصوص در خاک‌های آهکی و قلیایی، مصرف آنها همراه با گوگرد، اثرات مفیدی به دنبال خواهد داشت. ملکوتی و ریاضی همدانی (۱۳) گزارش کردند که مصرف گوگرد نه تنها به عنوان عنصر غذایی مورد نیاز گیاه، بلکه بیشتر به لحاظ اثرات مفید این عنصر در اسیدی کردن موضعی خاک و افزایش قابلیت استفاده عناصر غذایی از جمله فسفر، آهن و روی اهمیت دارد. ملکوتی (۱۴) اظهار داشت که در خاک‌های آهکی به علت کمبود مواد آلی، فعالیت ریز جانداران مؤثر در اکسایش گوگرد کاهش یافته و زمانی مصرف گوگرد در این نوع خاک‌ها مؤثر است که توام با کودهای آلی و یا همراه تیوباسیلوس مصرف شود. ملکوتی و رضایی (۱۵) گزارش کردند که اثر کاربرد گوگرد در اصلاح pH خاک های آهکی بسیار مفید بوده و با مصرف سالیانه یک کیلوگرم گوگرد در پای درختان میوه به خصوص مرکبات در جهرم به همراه کود دامی و تأمین رطوبت کافی به مدت پنج سال، pH خاک پای درختان از ۸/۲ به ۷/۸ کاهش داده و در نتیجه باعث افزایش حلالیت فسفر و عناصر ریزمغذی شده است. مطالعات صلحی و درخشنده (۲۸) در خصوص بررسی اثرات گوگرد در قابلیت جذب عناصر غذایی کم مصرف به وسیله درختان سیب در منطقه سمیرم اصفهان نشان داد که مصرف گوگرد به میزان ۱۵درصد کود حیوانی باعث گردید تا آهن، روی، منگنز و مس برگ را به ترتیب۲۰، ۱۰، ۸۰ و ۸ میلی‌گرم در کیلوگرم نسبت به شاهد (بدون مصرف گوگرد و کود حیوانی) افزایش یابد ولی بر pH خاک به دلیل خاصیت تامپونی این نوع خاک‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت. بر اساس نتایج حاصل از تحقیق انجام شده توسط دیالمی و همکاران (۸) بر روی نهال نخل خرمای رقم برحی در طی فاز رویشی، کاربرد گوگرد به میزان ۴ کیلوگرم (۱۰درصد کود دامی مصرفی) به همراه مایه تلقیح تیوباسیلوس در زمان کاشت، باعث بهبود وضعیت تغذیه و افزایش رشد رویشی نهال‌ها گردید. نتایج پژوهش انجام شده توسط عواد و همکاران[2](۵) بر روی ۴۰ اصله نخل خرمای بارور در ایستگاه تحقیقات الکویته شهر العین امارات متحده عربی، نشان داد که کاربرد گوگرد همراه با کودهای آلی و شیمیایی باعث افزایش غلظت پتاسیم، گوگرد و روی و کاهش غلظت آهن در برگ خرما گردید. بر اساس نتایج مطالعات محبی (۲۰) مصرف کود دامی همراه با ۱۰۰۰ گرم گوگرد آلی به ازای هر اصله نخل، باعث افزایش عملکرد و طول میوه خرمای رقم سایر[3](استعمران) گردید. بنابراین با توجه به این که نتایج مطالعه خاک اغلب نخلستان‌های کشور نشان می‌دهد، این نوع خاک‌ها از لحاظ میزان ماده آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب فقیر بوده و میزان این عناصر به میزان قابل توجهی کمتر از حد بهینه برای نخل خرما است. از طرفی، تأثیر گوگرد به عنوان یک ماده ارزان قیمت و فراوان بر افزایش فرم محلول و قابل جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک با انجام تحقیقات بر روی سایر گیاهان به اثبات رسیده است. لذا این تحقیق، با هدف بررسی تأثیر کاربرد گوگرد عنصری همراه با باکتری تیوباسیلوس و کود دامی بر روی عملکرد و کیفیت میوه خرمای رقم برحی و همچنین امکان کاهش مصرف کودهای شیمیایی در نخلستان و تولید محصول سالم خرما اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش تأثیر کاربرد گوگرد عنصری مخلوط با مایه تلقیح تیوباسیلوس به همراه کود دامی بر خصوصیات کمی و کیفی خرما در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و ۴ تکرار بر روی ۲۴ اصله نخل خرمای بارور رقم برحی به مدت ۲ سال در اهواز با موقعیت جغرافیایی ´۲۰،°۳۱ عرض شمالی و ´۴۰،°۴۸ طول شرقی اجرا گردید.

مطابق سیستم جامع رده‌بندی، رده‌بندی خاک منطقه عبارت از: Fine, Carbonatic, Hyperthermic, Typic torrifluvent است. تیمارهای آزمایشی عبارت از: T_1 = تیمار شاهد (بدون مصرف کود)، T_2 = مصرف کودهای معدنی برای هر اصله نخل خرما بر اساس آزمون خاک، T_3 = مصرف ۳۰ کیلوگرم کود دامی برای هر اصله نخل خرما بر اساس عرف منطقه، T_4 = تیمار سوم به علاوه گوگرد عنصری مخلوط شده با مایه تلقیح تیوباسیلوس به میزان ۵ درصد وزنی کود دامی مورد استفاده، T_5 = تیمار سوم به علاوه گوگرد عنصری مخلوط شده با مایه تلقیح تیوباسیلوس به میزان ۱۰ درصد وزنی کود دامی مورد استفاده، T_6 = تیمار سوم به علاوه گوگرد عنصری مخلوط شده با مایه تلقیح تیوباسیلوس به میزان ۱۵ درصد وزنی کود دامی مورد استفاده، می‌باشند. در تیمار دوم، قبل از اعمال تیمار کودی از اعماق مختلف ۳۰-۰، ۶۰-۳۰، ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش، نمونه‌های خاک به صورت نمونه مرکب تهیه و پس از تجزیه آنها، مصرف کودهای معدنی بر اساس آزمون خاک انجام گرفت. عناصر غذایی پر مصرف شامل نیتروژن از منبع کود اوره به میزان ۱۵۰۰ گرم، فسفر از منبع کود سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۰۰۰ گرم، پتاسیم از منبع کود سولفات پتاسیم به میزان ۱۸۰۰ گرم

1- Modaihsh et al.
2- Awad et al.
3- Sayer

مصرف گردید. نصف کود اوره در فصل زمستان به روش چالکود به همراه مصرف کودهای ریزمغذی شامل (سولفات آهن، روی و مس هر کدام به میزان ۱۵۰ گرم به ازای هر اصله نخل) بر اساس توصیه عمومی به همراه ۳۰ کیلوگرم کود دامی صورت گرفت و نصف دیگر کود اوره در اردیبهشت ماه مصرف گردید (۹). در روش چالکود، تعداد ۴ چاله به عمق ۶۰ سانتی‌متر در چهار گوشه نخل، در بخش سایه‌انداز درخت احداث گردید و سپس کودهای پر مصرف، ریزمغذی و دامی به داخل این چاله‌ها اضافه کرده و سطح آن با کمی خاک پوشانده و بلافاصله آبیاری گردید. به منظور تهیه مخلوط گوگرد عنصری و مایه تلقیح تیوباسیلوس مطابق دستورالعمل شرکت سازنده این محصول، ۵۰۰ گرم مایه تلقیح با ۲۵ کیلوگرم گوگرد عنصری مخلوط گردید و در فصل زمستان به همراه کود دامی مصرف گردید. اوایل اردیبهشت ماه، نمونه‌های برگ با گرفتن ۲۵-۲۰ برگچه از وسط برگ‌های ردیف دوم نخل از بالا تهیه گردید (۱۵). تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی مورد نظر، مطابق دستورالعمل‌های استاندارد آزمایشگاهی بر روی نمونه‌های خاک و برگ انجام گردید. واکنش خاک (pH) در گل اشباع با pH متر (۲۶)، قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع توسط EC متر (۲۹)، کربن آلی به روش اکسایش تر (واکلی)، فسفر قابل قابل جذب به روش اولسن و همکاران (۲۳) و پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیم ۱ مولار با pH=۷ (۱۱) اندازه‌گیری شدند. برای تعیین نیتروژن، فسفر و پتاسیم نمونه‌های برگ، ابتدا نمونه‌های گیاهی را شستشو داده و بلافاصله با هوا خشک گردید. سپس نمونه‌ها را به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون خشک نموده و بعد آسیاب شد. در مرحله بعد به روش اکسیداسیون خشک عصاره گیری شدند و فسفر و پتاسیم به ترتیب با استفاده از اسپکتروفتومتر و فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شدند. برای تعیین نیتروژن، ابتدا نمونه‌ها به روش اکسیداسیون تر عصاره‌گیری شد و با دستگاه کجلدال اندازه-گیری گردید (۱۲).

در این پژوهش، عملیات گرده‌افشانی به صورت دستی و آبیاری به روش تشتکی و بر اساس توصیه عمومی منطقه با دور ۷ روز، انجام گرفت. در زمان برداشت محصول، ضمن تعیین عملکرد، تعداد ۱۰۰ عدد میوه به وزن تقریبی یک کیلوگرم نیز تهیه و به آزمایشگاه منتقل و صفات کمی شامل وزن، طول، قطر و حجم میوه، وزن هسته، وزن گوشت میوه و نسبت وزن گوشت میوه به هسته تعیین گردید. برای تعیین حجم میوه، ابتدا یک بشر مدرج به میزان مشخصی از آب پر نموده و تعداد ۲۰ عدد میوه به طور کاملا" غوطه‌ور در آب به داخل بشر ریخته شد. سپس افزایش حجم بشر را یادداشت نموده و به عنوان حجم این تعداد میوه در نظر گرفته شد و سپس با میانگین گیری، حجم یک عدد میوه تعیین گردید.

صفات کیفی میوه شامل pH، اسیدیته، بریکس، قندهای کل و احیا کننده میوه در آزمایشگاه پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری اندازه‌گیری گردید. میزان درصد قندهای کل و احیا کننده میوه به روش فهلینگ و اسیدیته به روش تیتراسیون مطابق با دستورالعمل آزمایشگاه تعیین گردید (۴). برای تعیین pH میوه از دستگاه pH متر مدل HM-506 و برای تعیین میزان بریکس از دستگاه رفرکتومتری جیبی Atago مدل PAL-3 استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری داده-ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به تجزیه آب، خاک و برگ درختان قبل از اجرای آزمایش در جداول ۱ تا ۳ ارائه گردیده است. نتایج تجزیه نمونه آب در جدول ۱ نشان دهنده بالابودن نسبی pH آب آبیاری می‌باشد. همچنین نتایج تجزیه خاک از جدول ۲ نشان می‌دهد که میزان pH، شوری و آهک خاک بالا بوده و از طرفی میزان کربن آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک کمتر از حد بهینه می‌باشد.

برخی خواص شیمیایی کود دامی مورد استفاده در جدول ۴ ارائه شده است.

اثر تیمار بر عملکرد و خصوصیات کمی میوه

نتایج نشان داد که عملکرد نخل خرما در تمامی تیمارهای کودی در مقایسه با تیمار شاهد بالاتر بود.

جدول ۱- نتایج تجزیه نمونه آب

Table 1- Result of water analysis

پهاش pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	کربنات CO_3^{-2}	بی‌کربنات HCO_3^-	کلر Cl^-	سولفات $SO4^{-2}$	سدیم Na	کلسیم Ca	منیزیوم Mg	قلیائیت *SAR
		(میلی‌اکی والان بر لیتر $meq.L^{-1}$)							
7.9	1.8	-	3.3	7.6	4	7.5	4.8	2.8	3.8

*SAR= Sodium Absorption Ratio

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

Table 2- Result of soil analysis in experiment site

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	پ‌هاش pH	بافت Texture	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	کربنات کلسیم (درصد) $CaCO_3$ (%)	کربن آلی (درصد) OC (%)	فسفر قابل جذب P_{avail} (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب K_{avail} ($mg.kg^{-1}$)
0-30	8.2	رسی سیلتی Silty Clay	4.9	59.7	0.33	7	136.9
30-60	8.1	رسی سیلتی Silty Clay	5.2	59.1	0.32	6	152.5
60-90	8	رسی سیلتی Silty Clay	7.6	59.4	0.27	6	189.3

جدول ۳- نتایج تجزیه برگ نخل خرما، قبل از اجرای پژوهش

Table 3- Result of Date palm leaf analysis before of research

نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	پتاسیم (درصد) Potassium (%)
1.02	0.05	0.9

جدول ٤- برخی خواص شیمیایی کود دامی مورد استفاده

Table 4- Chemical properties of used manure

پ‌هاش pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	پتاسیم (درصد) Potassium (%)	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)
8.1	1.85	0.45	1.6	2.1

در بین تیمارهای آزمایشی، بیشترین عملکرد (۱۳۱/۱ کیلوگرم به ازای هر نخل) مربوط به تیمار ۲ بود که بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن با تیمار شاهد در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد. بررسی جدول مربوط به نتایج تجزیه خاک محل اجرای آزمایش (جدول ۲) نشان داد خاک مزبور از لحاظ میزان ماده آلی، فسفر و پتاسیم قابل جذب فقیر بوده و میزان این عناصر به میزان قابل توجهی کمتر از حد بهینه برای نخل خرما بوده است (غلظت بهینه فسفر و پتاسیم برای نخل خرما به ترتیب ۱۵ و ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک می باشد و میزان ماده آلی بایستی بیش از یک درصد در خاک باشد (۲۵)). بنابراین افزایش عملکرد در تیمار ۲ می تواند ناشی از تامین مواد غذایی قابل استفاده نخل خرما از منبع کودهای معدنی مصرفی باشد. از طرفی بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری بین تیمار ۲ و تیمارهای ۴، ۵ و ۶ وجود نداشت. نتایج پژوهش‌های انجام شده در خصوص اثر مواد آلی و گوگرد نیز نشان می‌دهد که مصرف مواد آلی و گوگرد در خاک به افزایش فرم محلول و قابل جذب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه کمک کرده و افزایش عملکرد در پی خواهد داشت.

باکا و ابوحسن[1] (۷) در بررسی اثر کودهای آلی و معدنی بر عملکرد نخل خرمای رقم خضری[2] گزارش نمودند عملکرد نخل‌هایی که با کودهای معدنی و آلی کوددهی شده بودند در مقایسه با آنهایی که کود آلی به تنهایی دریافت کرده بودند اختلاف معنی‌داری نشان نداد. مرزوک و کزام[3] (۱۶) گزارش کردند اختلاف معنی‌داری بین کاربرد کود آلی به تنهایی و کاربرد کود آلی به صورت ترکیب با کودهای شیمیایی حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم از نظر اثر بر عملکرد و کیفیت میوه خرمای رقم زاقلول مشاهده نشد.

شاهین و همکاران[4] (۲۷) گزارش کردند که کوددهی نخل خرما با کودهای حاوی نیتروژن از منبع آلی به تنهایی و یا ترکیب با کودهای معدنی باعث افزایش متوسط عملکرد، وزن‌تر و وزن گوشت میوه نسبت به شاهد گردیده است. عواد و همکاران (۶) در بررسی اثر کاربرد گوگرد، کودهای معدنی و آلی بر عملکرد و کیفیت میوه نخل خرمای رقم نقال[5] گزارش کردند که کاربرد تیمارهای کوددهی باعث افزایش عملکرد و کیفیت میوه خرما در مقایسه با شاهد (بدون مصرف کود) گردیده است و همچنین گزارش کردند که بیشترین عملکرد در تیمار کود آلی به‌دست آمد.

1- Bacha and Abohassan
2- Khudari
3- Mazrouk and Kassam
4- Shahien et al.
5- Neghal

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و خصوصیات کمی میوه

Table 5– The variance complex analysis of the treatments effect on yield and quantitative characteristics of fruit

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Means of squares							
		عملکرد (کیلوگرم به ازای هر درخت) Yield (kg tree^{-1})	وزن میوه (گرم) Fruit weight (g)	طول میوه (سانتی‌متر) Fruit length (cm)	قطر میوه (سانتی‌متر) Fruit diameter (cm)	حجم میوه (سانتی‌متر مکعب) Fruit volume (cm^3)	وزن گوشت میوه (گرم) Fruit pulp weight (g)	وزن هسته میوه (گرم) Stone weight (g)	نسبت گوشت میوه به هسته Ratio of fruit pulp to its stone
سال Year	1	59074	2.741	0.072	0.067	4.38	3.374	0.009	0.299
خطا Error	6	86.645	0.274	0.01	0.003	0.269	0.322	0.007	0.582
تیمار Treatment	5	522.76*	3.134*	0.072*	0.016*	3.38*	3.434*	0.004 ns	0.736 ns
تیمار×سال Treatment×Year	5	17.09	0.552	0.023	0.008	0.78	0.469	0.001	0.22
خطا Error	30	140.95	0.733	0.014	0.002	0.411	0.583	0.004	6.28
کل Total	47	–	–	–	–	–	–	–	–
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)	–	9.77	7.85	3.58	1.86	6.04	7.82	6.6	7.63

ns– معنی‌دار نیست، *– معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

ns not significant, * Significant at the 0.05 probability level

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد و خصوصیات کمی میوه

Table 6- Comparison mean of the treatments effect on yield and quantitative characteristics of fruit

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	عملکرد (کیلوگرم به ازای هر درخت) Yield (kg tree^{-1})	وزن میوه (گرم) Fruit weight (g)	طول میوه (سانتی‌متر) Fruit length (cm)	قطر میوه (سانتی‌متر) Fruit diameter (cm)	حجم میوه (سانتی‌متر مکعب) Fruit volume (cm^3)	وزن گوشت میوه (گرم) Fruit pulp weight (g)	وزن هسته میوه (گرم) Stone weight (g)	نسبت گوشت میوه به هسته Ratio of fruit pulp to its stone
T_1	110.5b	10b	2.9b	2.3b	9.6b	8.8c	0.91a	10a
T_2	131.1a	11.6a	3.8a	2.6a	11.2a	10.3ab	0.97a	10.4a
T_3	113.5b	10.3ab	3b	2.5ab	10b	9.3bc	0.92a	10.3a
T_4	123.6ab	10.8ab	3.3ab	2.5ab	10.8ab	9.6abc	0.97a	10.2a
T_5	121.1ab	10.9ab	3.3ab	2.5ab	10.5ab	9.9abc	0.94a	10.7a
T_6	125.3ab	11.3a	4.4a	2.6ab	11.4a	10. 5a	0.92a	10.7a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different (P<0.05).

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای آزمایشی بر خصوصیات کمی میوه شامل وزن تر، طول، قطر، حجم و وزن گوشت میوه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای آزمایشی نیز نشان داد تیمار ۶ با بیشترین وزن تر میوه (۱۱/۶ گرم) با تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ در یک گروه آماری قرار گرفت و اختلاف آنها با تیمار شاهد معنی‌دار گردید. همچنین تیمارهای ۲ و ۶ با بیشترین طول، قطر و حجم میوه با تیمارهای ۳، ۴ و ۵ در یک گروه آماری قرار گرفتند و اختلاف آنها با تیمار شاهد معنی‌دار گردید. تیمار ۶ با بیشترین وزن گوشت میوه (۱۰/۵ گرم) با تیمارهای ۲، ۳، ۴ و ۵ در یک گروه آماری قرار گرفت و اختلاف آنها با تیمار شاهد معنی‌دار گردید (جدول ۶). نتایج این تحقیق در برخی موارد با نتایج به‌دست آمده توسط سایر محققین بر روی نخل خرما هم‌خوانی دارد. دیالمی و گرشاسبی (۹) گزارش کردند مصرف کودهای معدنی حاوی عناصر غذایی پرمصرف همراه با کود

دامی مورد نیاز نخل خرما به روش چالکود بر برخی خصوصیات کمی و کیفی در درختان مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری دارد.

عثمان[1] (۲۴) در بررسی پاسخ نخل خرمای کشت بافتی رقم ساکوتی[2] به منابع مختلف کودهای آلی و معدنی گزارش نمود، کوددهی نخل خرما باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی نخل خرما گردیده است. نتایج تجزیه واریانس صفات کمی میوه نشان داد که تیمارهای آزمایشی بر وزن هسته و نسبت گوشت میوه به هسته تأثیر معنی‌دار نداشتند (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های این صفات با آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیز نشان داد که میانگین صفات ذکر شده در تمامی تیمارها در یک گروه آماری قرار دارند (جدول ۶).

اثر تیمار بر خصوصیات کیفی میوه

نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که کاربرد تیمارهای کودی باعث بهبود تدریجی خصوصیات کیفی میوه شامل pH، اسیدیته، بریکس، قندهای کل و احیاکننده میوه نسبت به تیمار شاهد شده است. هرچند از نظر آماری، بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۷).

اثر تیمار بر میزان عناصر غذایی برگ

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، تیمارهای مختلف کودی، اثر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن و فسفر برگ به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد دارند (جدول ۸). از نظر مقایسه میانگین‌های این تیمارهای آزمایشی، تیمار ۲ با بیشترین میزان نیتروژن برگ و تیمارهای۲ و ۶ با بیشترین میزان فسفر برگ در یک گروه آماری و سایر تیمارها در گروه آماری دیگر قرار گرفتند (جدول ۹). همچنین از نظر آماری اعمال تیمارهای کودی بر میزان پتاسیم برگ، اثر معنی داری نداشت (جدول ۸). نتایج مشابه‌ای نیز در برخی موارد توسط سایر محققین گزارش شده است. از جمله، مصطفی و عبدالقادر[3] (۲۱) در بررسی اثر مقادیر مختلف گوگرد بر روی عملکرد و کیفیت میوه موز رقم گرند گزارش کردند که کاربرد گوگرد با کاهش pH خاک باعث افزایش میزان نیتروزن، پتاسیم و گوگرد برگ در مقایسه با شاهد گردید. همچنین کاربرد گوگرد افزایش عملکرد و بهبود کیفیت میوه را به‌دنبال داشت. ابورادی و همکاران[4] (۱) گزارش کردند مصرف گوگرد به همراه کودهای دامی در زمان کاشت نهال نخل خرما، به میزان ۵۰۰ تا ۵۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، باعث افزایش حلالیت عناصر غذایی از قبیل فسفر، آهن، منگنز و روی در خاک و جذب مناسب آنها گردید و این شرایط باعث بهبود وضعیت تغذیه گیاه و افزایش رشد رویشی نهال‌های نخل خرما گردید. عواد و همکاران (۵) گزارش نمودند که کاربرد گوگرد در خاک در زمان کاشت نهال، از طریق بهبود وضعیت تغذیه گیاه، باعث افزایش سیستم دفاعی نهال کشت بافتی نخل خرمای رقم خلاص[5] در برابر شرایط استرس محیطی در مراحل اولیه رشد و افزایش رشد رویشی گردید.

نتیجه‌گیری

از نظر آماری، تیمارهای گوگرد تأثیر معنی‌داری بر غلظت فسفر برگ در سطح احتمال ۱درصد و بر میزان عملکرد، طول، قطر، حجم و وزن گوشت میوه و غلظت نیتروژن برگ در سطح احتمال ۵ درصد داشت اما فاقد تأثیر معنی‌دار بر غلظت پتاسیم برگ، وزن هسته، نسبت گوشت میوه به هسته،pH، اسیدیته، بریکس، قندهای کل و احیاکننده میوه بوده است. بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق،کاربرد تیمارهای کودی باعث افزایش عملکرد و خصوصیات کمی میوه خرما در مقایسه با شاهد (بدون مصرف کود) گردید. همچنین نتایج نشان داد که کاربرد کودهای معدنی نسبت به سایر تیمارها بیشترین تأثیر بر عملکرد و خصوصیات کمی میوه داشت و مصرف گوگرد عنصری تلقیح شده با باکتری تیوباسیلوس و کود دامی از نظر تأثیر بر عملکرد و خصوصیات کمی میوه در مرتبه دوم قرار گرفت. اما با توجه به تأثیر مثبت تیمارهای حاوی گوگرد بر روی این صفات و با در نظر گرفتن مزایای تولید محصول سالم و با هدف کاهش خطرات زیست محیطی از طریق مصرف کمتر کودهای شیمیایی، مصرف مخلوط گوگرد پودری و مایه تلقیح تیوباسیلوس در نخلستان‌ها مفید بوده و می‌تواند ضمن افزایش عملکرد نخل خرما در کاهش مصرف کودهای شیمیایی مؤثر باشد. از طرفی نتایج نشان داد که مصرف مخلوط گوگرد عنصری و مایه تلقیح تیوباسیلوس به همراه کود دامی نسبت به مصرف کود دامی به تنهایی باعث افزایش عملکرد و خصوصیات کمی میوه گردید. گرچه از نظر آماری این اختلاف معنی‌دار نبود و علت آن ممکن است به دلیل عدم اکسیداسیون کامل گوگرد در خاک و یا خنثی شدن اسید سولفوریک تولید شده در اثر اکسیداسیون گوگرد به وسیله کربنات کلسیم موجود در خاک باشد ولی با توجه به اثرات مثبت گوگرد برکاهش واکنش خاک‌های آهکی، افزایش حلالیت عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف و در نتیجه بهبود وضعیت تغذیه گیاه، مصرف آن در نخلستان توصیه می‌گردد. همچنین نتایج نشان داد که افزایش سطوح گوگرد در تیمارهای ۵ و ۶ نسبت به تیمار۴ تأثیر کمی بر عملکرد و خصوصیات کمی میوه دارد. بر اساس نتایج این تحقیق، به منظور افزایش عملکرد و بهبود خصوصیات کمی میوه خرما، کاهش مصرف کودهای شیمیایی در نخلستان و امکان تولید محصول سالم خرما،

1- Osman
2- Sakkoty
3- Mostafa and Abdelkader
4- Aborady et al.
5- Khalas

مصرف ۱۵۰۰ گرم گوگرد پودری مخلوط شده با مایه تلقیح تیوباسیلوس به همراه ۳۰ کیلوگرم کود دامی به ازای هر اصله نخل، به عنوان بهترین تیمار معرفی و کاربرد آن در نخلستان توصیه می گردد.

جدول ۷- تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایشی خصوصیات کیفی میوه

Table 7- The variance complex analysis of the treatments effect on qualitative characteristics of fruit

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Means of squares				
		پهاش pH	اسیدیته (درصد) Acidity (%)	بریکس (درصد) Brix (%)	قندهای احیاکننده (درصد) Reducing sugar (%)	قند کل (درصد) Total sugar (%)
سال Year	1	0.763	0.065	637.292	256.826	203.446
خطا Error	6	0.241	0.005	6.91	65.591	4.947
تیمار Treatment	5	0.021^{ns}	0.009^{ns}	7.148 ^{ns}	77.448 ^{ns}	29.689 ^{ns}
تیمار×سال Treatment×Year	5	0.072	0.011	18.904	83.439	13.517
خطا Error	30	0.043	0.009	16.821	84.12	11.9
کل Total	47	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)	-	7.8	6.8	12.5	4.5	4.2

ns–معنی‌دار نیست. ^{ns} not significant

جدول ۸- تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان عناصر غذایی برگ

Table 8- The variance complex analysis of the treatments effect on leaf nutrient elements content

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Means of squares		
		نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	پتاسیم (درصد) Potassium (%)
سال Year	1	0.013	0.0001	0.016
خطا Error	6	0.005	0.0001	0.005
تیمار Treatment	5	0.019*	0.001**	0.012 ^{ns}
تیمار×سال Treatment×Year	5	0.002	0.0001	0.005
خطا Error	30	0.005	0.0001	0.006
کل Total	47	-	-	-
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)	-	6.99	8.94	7.88

ns- معنی‌دار نیست، *-معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ** - معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

^{ns} not significant, * Significant at the 0.05 probability level and ** Significant at the 0.01 probability level

جدول ۹– مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایشی بر میزان عناصر غذایی برگ

Table 9- Comparison mean of the treatments effect on leaf nutrient elements content

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	فسفر (درصد) Phosphorus (%)	پتاسیم (درصد) Potassium (%)
T_1	0.99c	0.04d	0.9a
T_2	1.14a	0.07a	1a
T_3	1bc	0.05c	0.93a
T_4	1.06ab	0.067b	0.95a
T_5	1.08ab	0.067b	0.93a
T_6	1.06ab	0.07a	0.98a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different (P<0.05).

منابع

1- Abo-Rady M. D. K., Duheash O., Khalil M., and Turjoman A. M. 1988. Effect of elemental sulphuron some properties of calcareous soils and growth of date palm seedlings. Arid Land Research and Managemen, 2(2): 121-130.

2- Abdou A.S., Al Darwish F.H., Saleh M. E., El-Tarabily K., ASofian-Azirun M., and Rahman M. M. 2011. Effects of elemental sulfur, phosphorus, micronutrients and *Paracoccus versutus* on nutrient availability of calcareous soils. Australian Journal of Crop Science, 5(5): 556-561.

3- Amarnameh. 2015. The Office of statistics and information technology, Ministryof Agriculture- Jahad. (In Persian)

4- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. (Ed. K. Herlich). 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Incorporated. Virginia.

5- Awad M.A., Soaud A.A., Badawi M.A., and Eshkandi O.H. 2003. Effect of elemental sulfur, chemical and organic fertilizers on nutrient uptake, yield and fruit quality of Date Palm trees (*Phoenix dactylifera* L.) cv. 'Neghal'.The 7th Annual U.A.E. University Research Conference, p. 34–39.

6- Awad M.A., Soaud A.A., and El-Konaissi S.M. 2006. Effect of exogenous application of anti-stresssubstances and elemental sulphur on growth and stresstolerance of tissue culture derived plantlets of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. 'Khalas' during acclimatization. Journal of Applied Horticulture, 8(2): 129-134.

7- Bacha M.A., and Abo Hassan A.A. 1983. Effect of soil fertilization on yield, fruit quality and mineral content of khudari date palm variety. In Proceedings of 1st Symposium on the Date Palm in Saudi Arabia, Al-Hassa, Saudi Arabia, p. 174–179.

8- Dialami H., Tourahe A., and Mohebbe A.H. 2007. The effect of elemental sulfur application on nutrient elements contents of Date palm leaf. Final report of research design. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREO). Iran. 25 p. (In Persian)

9- Dialami H., and Garshasbi M.R. 2008. Study on the effect of different amounts application of NPK on quantitative and qualitative characteristics of Date palm cv. Sayer in Khuzestan Province. Final report of research design. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREO). Iran. 26 p. (In Persian)

10-Khafaji M.S., Al- Bassiouny S., and Abdelhadi Y. 1986. Use of sulhpur for increasing the availability of some nutrients in soils under Date Palm cultivation in Al- Hassa Oasis. Proceedings of the Second Symposium on the Date Palm in Saudi Arabia. March 3-6.

11-Knudsen D., Peterson, G.A., and Pratt P.F. 1982. Lithium, sodium, and potassium. p. 225-246. In: Page A. L. Miller R.H., and Keeney D. R. (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy. Soil Science Society of American. Madison, WI, USA.

12-Lester J.N., and Birkett J.W. 1999. Microbiology and chemistry for environmental scientic and engineers, 2nd ed. London and New York, 386 p.

13-Malekote M.J., and Reyaze hamedani A.H. 1991. Soil Fertility and Fertilizers (translated). Tehran University. Iran. 808 p. (In Persian)

14-Malekote M.J. 1996. Abstracts of yield report in pilot farms and gardens of country. Soil and Water Research Institute (SWRI). Iran. 100 p. (In Persian)

15-Malekote M.J., and Rezae H. 2001. The role of sulfur, calcium and magnesium in yield increasing and quality improvement of the agricultural products. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREO). Iran. 182 p. (In Persian)

16-Marzouk H.A., and Kassem H.A. 2011. Improving fruit quality, nutritional value and yield of Zaghloul dates by the application of organic and/or mineral fertilizers. Scientia Horticulturae, 127: 249–254.

17-Marschner H. 2011. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3ed Edition.Academic Press, London. 672 p.

18-Modaihsh S., Almustafa W.A., and Metwally A.E. 1989. Effect of elemental sulfur on chemical changes and nutrient availability in calcareous soils. Plant and Soil, 116: 95-110.
19-Mohebbe A. H. 2003. Determination of Date palm leaf number in order to sampling and Measurement of nutrient elements. Final report of research design. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREO). Iran. 34 p. (In Persian)
20-Mohebbe A.H. 2014. The effect of organic sulfur on the yield and fruit quality of Date palm cv Sayer. Final report of research design. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREO). Iran. 19 p. (In Persian)
21-Mostafa E.A.M., and Abd El-Kader A.A. 2006. Sulfur fertilization effects on growth, yield and fruit quality of Grand Nain Banana cultivar. Journal of Applied Sciences Research, 2(8): 470-476.
22-Narula N., Mishra M.M., and Vyas S.R. 1972. The effect of Thiobacillus inoculation on alkali soils. Indian Journal of Agricultural Chemistry, 7(1): 85-87.
23-Olson S.R., and Sommers L. E. 1990. Phosphorous. In: page, A.L. Method of soil analysis. Part 2. 2nd Agron Monoger. ASA, Madison, WI. P. 403-431.
24-Osman S.M. 2009. Response of Sakkoty Date Palm cultivar propagated by tissue culture- derived to different source of fertilization. World Journal of Agricultural Sciences, 5(5): 631-638.
25-Panahi Kordlaghary M. 2002. Date palm. Jihad Daneshgahi of Isfahan University. 106 p. (In Persian)
26-Peech M. 1965. Hydrogen ion activity. In: Black, C.A. (ed.), Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. American Society of Agronomy.Soil Science Society of America, Madison, WI, USA. p. 914-926.
27-Shahein A.H., Attalla A.M., Kassem H.A., and Aly Hoda S.H. 2003. Effect of applying different organic and inorganic nitrogen sources to Zaghloul and Samany Date Palm cultivars on: II. Yield, fruit quality and fruit content of some pollutants. Proceedings of the international conference on date palm in Saudi Arabia. 185 p.
28-Solhe M., and Drakhshandeh A. 1999. The effect of sulfur on availability of micronutrient elements on Apple trees in Isfahan. Abstracts of 6th Iranian Soil Sciences Congress. Mashhad Ferdowsi University. (In Persian)
29-Roades J.D. 1996. Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks D.L. (ed.). Methods of Soil Analysis. Part 3, chemical methods. Soil Science Society of America Journal. Madison, WI. p. 417-437.
30-Wakley A., and Black I.A. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid method in soil analysis.1. Experimental. Soil Science, 79: 459-465.

Journal of Water and Soil
Vol. 32, No. 5, Nov.-Des. 2018, p. 1003-1012

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۵، آذر – دی ۱۳۹۷، ص. ۱۰۱۲-۱۰۰۳

Effect of Sulfur and Manure on Yield and Quality of Date Fruit c.v Barhee

H. Dialami[1]*- M. R.Garshasbi [2]

Received: 22-05-2018
Accepted: 26-08-2018

Introduction: Date palm is considered as one of the important fruit trees in Iran. According to agriculture statistic book of Iran (2015-2016), mature date plantation area and production of Iran are 230000 hectares and more than 1000000 tons, respectively. This crop usually is planted in south of Iran where the soils are calcareous with high pH. The high soil pH causes reduction of nutrient elements absorption and yield. Thus, finding a solution for this problem is necessary. The investigations indicate that application of elemental sulfur along with Thiobacillus inoculant in soil reduces local pH in rhizosphere area due to sulfur oxidation. The reduced pH of calcareous soil can increase the availability of other essential nutrients resulting in an increase in the nutrient uptake by plants. In addition, uncontrolled use of chemical fertilizers destroys soil structure and decreases organic matter resulting in a more dense soil. This research was conducted to assess the effects of sulfur along with manure on yield improvement and fruit quality as well as the consumption amount of chemical fertilizers.

Materials and Methods: In order to evaluate the effect of elemental sulfur along with Thiobacilli bacteria and manure on quantitative and qualitative characteristics of date fruit, an experiment was carried out in randomized completed block design (RCBD) with six treatments and four replications on 24 fruitful, 25 years old date palm (cv. Barhee), in Ahwaz (Khuzestan Province). The treatments were: T1= Control (without any fertilizer), T2= (application of chemical fertilizer based on soil test for each date palm), T3= (application of 30 kg manure based on general recommendation for each date palm), T4= T3 + (application of elemental sulfur mixed with Thiobacillus inoculant) as 5% of manure, T5= T3 + (application of elemental sulfur mixed with Thiobacillus inoculant) as 10% of manure and T6= T3 (application of elemental sulfur mixed with Thiobacillus inoculant) as 15% of manure. Before the treatments application, soil and water were sampled and analyzed. In second treatment, macronutrient chemical fertilizers were also applied. Source of nitrogen, phosphorus and potassium were urea, triple super phosphate and potassium sulfate, respectively. The nitrogen fertilizer was split and applied in February and May (the next year). Furthermore, all phosphorus and potassium fertilizers were used in February. These treatments were carried out along with manure (30 kg) and chemical micronutrient fertilizers applied based on general recommendation (i.e. 150 g of zinc sulfate, iron sulfate, copper sulfate and manganese sulfate). In third treatment, manure (30 kg) was applied based on general recommendation for each date palm. In T4, T5 and T5 treatments, 500g of Thiobacillus inoculant was mixed with 25 kg of elemental sulfur and then consumed base on 5, 10 and 15% of manure, respectively. All treatments were undertaken during winter by local placement method (Chalkood). Agro-technical practices such as pollination, thinning and irrigation were done according to local practice. Each year, in May, 20-25 leaflets from middle of leaf in second row were picked up, and their mineral nutrients were analyzed. At harvesting time, yield, average of weight, length, diameter and volume of fresh fruit, weight of stone and weight ratio of fruit pulp to its stone, pH, acidity, brix, total and reducing sugars in fruits were determined. The obtained data were analyzed with MSTATC statistical program and mean comparison was conducted using the Duncan's Multiple rang test.

Results and Discussion: The results showed that using sulfur along with Thiobacillus bacteria and manure had significant effect on leaf phosphorus concentration at the 1% level and on yield and some quantitative characteristics such as weight, length, diameter, volume and pulp weight of fruit fresh and concentration of nitrogen at the 5% level. Sulfur application did not, however, significantly affect the leaf potassium concentration, stone weight, weight ratio of fruit pulp to its stone, pH, acidity, brix, reducing sugar and total sugar of fruit. As a result, application of 1500 g elemental sulfur (mixed with Thiobacillus inoculant) along with 30 kg manure for each date palm is recommended to improve yield and fruit quality and to reduce chemical fertilizer application.

Keywords: Date palm, Elemental sulfur, Manure, Thiobacillus

1 and 2- Asistant Professor and Research Instructor, Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ahvaz, Iran
(*- Corresponding Auther Email: dialamy_s@ yahoo.com)