نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 3، پاییز 1396، ص. 468-457
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 3, Fall 2017, P. 457-468
ISSN: 2008 - 4730

اثر کودهای سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم همراه با کود دامی بر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی میوه و برگ خرما (*Phoenix dactylifera* L.) رقم مضافتی

الیاس آریاکیا[1*] - حمید رضا روستا[2] - ناهید رحمی زاده[3]

تاریخ دریافت: 1393/04/18
تاریخ پذیرش: 1396/04/14

چکیده

با توجه به نیاز تغذیه‌ای بالای درخت خرما (*Phoenix dactylifera* L.)، لازم است تا اثر کودهای پر مصرف بر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی برگ و میوه آن مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی شامل تیمار کودی سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم همراه با کود دامی به صورت چالکود در اسفند ماه و در منطقه بم اعمال گردید. نمونه‌برداری جهت آنالیز برگ و میوه، به ترتیب در خرداد ماه و برداشت محصول خرما انجام شد. نتایج نشان داد با توجه به تاثیر معنی‌دار عناصر نیتروژن، گوگرد و پتاسیم فراهم شده توسط کودهای مذکور بر شاخص‌های مورد نظر، بیشترین محتوای نیتروژن و آهن و رنگدانه‌های فتوسنتزی کاروتنویید و کلروفیل (a و کل) برگ و وزن میوه خرما به ترتیب از اثر متقابل کودهای سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم همراه با کود دامی، به دست آمد. بیشترین محتوای پتاسیم در برگ، TSS و نسبت TSS/TA در میوه، از تیمارهای سولفات آمونیوم (500 گرم) و سولفات پتاسیم (1500 گرم) همراه با کود دامی حاصل شد. بنابراین به منظور بهبود شاخص‌های فیزیکوشیمیایی برگ و میوه درخت خرما، ترکیب کودی سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم همراه با کود دامی توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رنگدانه‌های فتوسنتزی، تغذیه، مواد معدنی، TSS

مقدمه

درخت خرما (*Phoenix dactylifera* L.) یکی از محصول‌های استراتژیک در کشور محسوب می‌شود. ایران در بین کشورهای تولید کننده خرما، از نظر سطح زیر کشت مقام اول و از نظر میزان تولید در مقام دوم جهانی جای دارد، لیکن به لحاظ عملکرد در هکتار در ردیف هفتم از بین پانزده کشور تولیدکننده عمده این محصول قرار دارد (5). این محصول باغی عمدتاً در جنوب کشور تولید می‌شود که خاک آنها دارای pH بالایی بوده و در نتیجه فرم قابل جذب عناصر غذایی در آنها کم می‌باشد. همچنین گزارش شده است که مقادیر زیادی از عناصر پرمصرف و ریزمغذی، سالانه در اثر عملکرد بالا و هرس برگ خرما از خاک حذف می‌شود (17). لذا به منظور حفظ عملکرد بالا و کیفیت مناسب خرما لازم است تا سالانه کوددهی مناسب صورت پذیرد. عناصر نیتروژن، پتاسیم و گوگرد جزء عناصر پرمصرف می‌باشد که برای تغذیه گیاهان لازم و ضروری می‌باشند. نیتروژن مهمترین عنصر برای تغذیه و نمو گیاه محسوب می‌شود چراکه نقش مهمی در ترکیب پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و آنزیم‌ها دارد. فرم نیتروژنی که برای تغذیه گیاه به کار می‌رود، نقش مهمی در رشد و تولید گیاه ایفا می‌کند (44). آمونیوم، نیترات و اوره، مهمترین اشکال مختلف نیتروژن هستند که برای تغذیه گیاهان به کار می‌روند (19). منابع مختلف نیتروژن ممکن است برای گونه‌های مختلف گیاهی تاثیر متفاوت داشته باشند. پتاسیم نیز عنصر حیاتی برای فعالیت‌های فیزیولوژیکی همچون متابولیسم قند و نشاسته، فتوسنتز، توسعه سلول و در کل رشد نمو گیاه می‌باشد (63). پتاسیم نقش تغذیه‌ای مهمی در رشد و تولید گیاه خرما ایفا می‌کند (3). گوگرد نیز یکی دیگر از عمده‌ترین مواد تغذیه‌ای محدود کننده تولیدات کشاورزی می‌باشد (18) که در چند سال اخیر تمرکز زیادی روی کاربرد گوگرد برای کاهش خاصیت قلیایی خاک‌های آهکی بوده است (1). کودهای دامی نیز علاوه بر تامین عناصر پرمصرف و ریزمغذی در خاک، باعث اصلاح ساختار و بافت خاک می‌شوند. پژوهش‌های متعددی تاثیرات کودهای آلی و معدنی را بر روی شاخص‌های فیزیکوشیمیایی میوه و برگ خرما

1- عضو هیات علمی، بانک گیاهی، مرکز ملی ذخایر ژنتیکی و زیستی ایران (IBRC) جهاد دانشگاهی (ACECR)
(*- نویسنده مسئول: (Email: aryakia@ibrc.ir
2- استاد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان
3- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

DOI: 10.22067/jhorts4.v31i3.36474

بررسی کرده‌اند (16، 24، 31 و 47). تحقیقات نشان می‌دهد که کاربرد کودهای دامی به تنهایی و یا در ترکیب با کودهای معدنی NPK شاخص‌های فیزیکوشیمیایی برگ و میوه درخت خرما را بهبود می‌بخشد (32). با توجه به اهمیت سه عنصر نیتروژن، پتاسیم و گوگرد در تغذیه گیاهان، هدف از این پژوهش، مطالعه اثر کودهای سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم (به عنوان منابع تامین کننده نیتروژن، پتاسیم و گوگرد) در ترکیب با کود دامی، بر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی برگ و میوه خرما در منطقه بم می‌باشد.

موادوروش‌ها

مشخصات مکان، آب و خاک محل آزمایش

این آزمایش در سال 1390 در شهرستان بم با طول جغرافیایی ''18-'37-58 و عرض جغرافیایی''40-'53-28 و متوسط ارتفاع 1050 متر از سطح دریا انجام شد. متوسط بارندگی سالیانه 64 میلی‌متر، متوسط درجه حرارت 23/8 درجه سلسیوس و میانگین سالیانه تبخیر با تشتک تبخیر کلاس A، 3000 میلی‌متر می‌باشد. این مرکز دارای رژیم رطوبتی (زریک) Xeric و خاک تحتانی متوسط (شن – سیلت و لوم) بود. مشخصات آب و خاک محل آزمایش در جداول 1، 2 و 3 ذکر شده است.

جدول 1- ویژگی آب آبیاری نخلستان

Table 1- Characteristics the irrigation water of date orchard

Na^+ (meq/l)	Mg^{2+} (meq/l)	Ca^{2+} (meq/l)	SO_4^{2-} (meq/l)	Cl^- (meq/l)	HCO^{3-} (meq/l)	CO_3^{2-} (meq/l)	EC(ds/m)	pH
11.2	2.12	4.66	4.02	11.2	2.8	0	1.873	7.7

جدول 2- ویژگی خاک نخلستان محل آزمایش

Table 2- Characteristics the soil of date orchard

بافت خاک Soil texture	پتاسیم قابل جذب potassium (mg/kg)	فسفرقابل جذب phosphor (mg/kg)	کربن آلی Organic carbon (%)	$CaSO_4.2H_2O$ (me/100g)	pH اسیدیته گل اشباع pH of saturated mud	EC (ds/m)	بر boron (ppm)	عمق Depth (cm)
شنی لومی Sandy- loam	98	4	0. 14	16. 45	8. 1	1	0	0-30
شنی لومی Sandy- loam	30	4	0. 13	12	8. 1	1	2. 4	30-60
شنی لومی Sandy- loam	70	4	0. 13	12.01	8. 1	1	2.88	60-90

جدول 3- ویژگی عناصر غذایی خاک نخلستان

Table 3- Characteristics the soil nutrient of date orchard

Cd	Pb	Fe	Mn	Cu	Zn	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na +	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	عمق
ppm					meq/L							Depth (cm)
0. 013	0. 32	1. 24	2. 03	5. 92	0. 36	2. 4	4. 4	6. 7	2. 8	6	48. 7	0-30
0. 0015	0	1. 04	1. 84	5. 12	0. 22	1. 2	3. 2	6. 4	3. 6	6. 8	1. 1	30-60
0	0. 11	0. 96	1. 63	5. 28	0. 39	3. 1	0. 3	8. 7	2. 4	5. 2	4. 4	60-90

مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول کود سولفات آمونیوم در سه سطح (0، 500 و 1000 گرم به ازای هر درخت) و فاکتور دوم کود سولفات پتاسیم در سه سطح (شامل 0، 750 و 1500 گرم به ازای هر درخت) بودند که همراه با 5 کیلوگرم کود دامی به صورت چالکود در اسفند ماه در درختان خرمای مضافتی اعمال گردیدند. در باغ انتخابی تعداد 27 درخت انتخاب شد. در هر کرت 9 عدد درخت متوسط و یکسان جهت اعمال تیمار علامتگذاری گردید. نمونه برداری صفات جهت تجزیه برگی در خرداد ماه و جهت وزن میوه در برداشت دوم خرما از 27درخت و در هر درخت از 3 خوشه به صورت تصادفی انجام گرفت. از هر درخت تعداد 200 میوه برداشت و پارامترهایی همچون میزان نیتروژن (توسط دستگاه کجلدال)، پتاسیم (توسط دستگاه فتومتر شعله‌ای (شرکت آلمانی، مدلJENWAY, PFP7)، آهن

توسط دستگاه جذب اتمی (شرکت استرالیایی، AvantaVersion GBC 33/1)، غلظت کلروفیلa،کلروفیلb، کلروفیل کل، کارتنوئید، وزن میوه، وزن هسته، قطرمیوه، طول میوه، TSS، و نسبت TSS/TA اندازه‌گیری شد.

میزان مواد جامد محلول (TSS) میوه‌ها با استفاده از دستگاه رفراکتومتر اندازه‌گیری شد. برای این منظور چند قطره از عصاره آب میوه بر روی سطح شیشه رفراکتومتر قرار داده شد و پس از تنظیم دستگاه عدد مربوطه قرائت و یادداشت گردید.

برای اندازه گیری میزان اسید کل میوه از روش تیتراسیون استفاده شد. برای این منظور 10 میلی‌لیتر آب میوه داخل ارلن ریخته شد و 60 میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید و پس از اضافه نمودن چند قطره فنل‌فتالئین (1 درصد در الکل) به عنوان شناساگر، با سود (هیدروکسید سدیم) 0/1 نرمال تیتر شد. اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردیده و مقدار عددی آن بر حسب درصد اسید سیتریک بیان شد.

$$C = (N . V_b . E / V_j)100$$

C = اسید کل بر حسب میلی‌گرم در 100 سی سی

N = نرمالیته سود مصرفی

V_b = حجم سود مصرفی (میلی لیتر)

E = وزن اکی‌والان اسید سیتریک (70)

V_j = حجم نمونه آب میوه

برای بدست آوردن درصد اسید سیتریک (گرم اسید در 100 سی-سی آب میوه) عدد بدست آمده در 0/001 ضرب می‌شد.

سنجش میزان کلروفیل

برای سنجش میزان کلروفیل و کارتنوئید از روش لیچتندر (27) استفاده شد. 0/1 گرم از برگ جوان بالغ به دقت توزین شد، سپس در هاون چینی با 10 میلی لیتر استون درصد80 به خوبی ساییده و پس از صاف کردن به لوله آزمایش منتقل شدند. محلول فوق دارای کلروفیل‌های a وb، کاروتنوئیدها و گزانتوفیل‌ها می‌باشد. در ادامه با استفاده از اسپکتروفتومتری UV-VIS مدل 7220G، جذب محلول در طول موج‌های 470، 647 و 663 نانومتر اندازه‌گیری شد و از استون درصد80 نیز به عنوان محلول شاهد برای تنظیم صفر جذب نوری اسپکتروفتومتر استفاده شد. برای انجام محاسبات مربوط به تعیین میزان کلروفیل a، کلروفیلb و کارتنوئیدها (گزانتوفیل و بتاکاروتن) بر حسب میلی‌گرم در میلی‌لیتر عصاره گیاهی به ترتیب از روابط زیر استفاده شد:

$$Chl_a = 12/25A_{663} - 2/79A_{647}$$

$$Chl_b = 21/50A_{647} - 5/10A_{663}$$

$$C(x+c) = (1000A_{470} - 1/82\ Chl_a - 85/02\ Chl_b)/198$$

آنالیز داده‌ها

تجزیه و تحلیل آماری کلیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن و در سطح آماری 5 درصد یا 1 درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عناصر معدنی برگ

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول4) نشان داد که اثر متقابل کود سولفات آمونیوم و کود سولفات پتاسیم بر میزان نیتروژن و آهن در برگ درخت خرما در سطح 1 درصد معنی‌دار بود. ترکیب کودی سولفات آمونیوم (1000 گرم) و سولفات پتاسیم (1500 گرم) بعلاوه کود دامی، بطور بسیار معنی‌دار و در سطح آماری 1 درصد، میزان نیتروژن و آهن را افزایش داد (جدول 5) و تیمار کودی سولفات آمونیوم (500 گرم) و سولفات پتاسیم (1500 گرم) بعلاوه کود دامی، بطور بسیار معنی‌دار و در سطح آماری 1 درصد، میزان پتاسیم را افزایش داد. تیمار شاهد (کود دامی به تنهایی) تاثیر معنی‌داری بر محتوای پتاسیم نداشت (جدول 6).

گزارش‌های زیادی از تاثیر کاربرد کودهای معدنی بر میزان غلظت عناصر (نیتروژن، پتاسیم و آهن) بافت گیاه وجود دارد؛ گیاهان تیمار شده با نیترات آمونیوم در ترکیب با نیتروبین (نوعی کود زیستی)، در هر دو رقم خرمای زاقلول و سمانی و در دو سال متوالی، بیشترین میزان نیتروژن و پتاسیم برگ را در مقایسه با شاهد، داشته است (16). در طی دو سال متوالی، بالاترین میزان نیتروژن، آهن و پتاسیم در میوه خرما از تیمار کود دامی در ترکیب با مواد معدنی NPK به دست آمد (32). همچنین کاربرد کود نیتروژن به شکل اوره، در تمام غلظت‌ها به ویژه غلظت 1000 گرم اوره به ازای هر درخت، غلظت نیتروژن، آهن و پتاسیم را در برگهای درخت خرما افزایش داد (47). کاربرد کود سولفات آمونیوم نیز باعث افزایش غلظت نیتروژن، آهن و پتاسیم برگ درخت خرما (24) و پسته (36) شد. گزارش شده است که با افزایش غلظت کود سولفات پتاسیم غلظت نیتروژن و پتاسیم برگ پیاز نیز افزایش یافته است (37 و 14).

گزارش‌های مذکور حاکی از آن است که کاربرد کودهای نیتروژنی باعث افزایش غلظت نیتروژن در برگ گیاهان می‌شود، مخصوصا استفاده از آمونیوم غلظت نیتروژن برگ را نسبت به نیترات بیشتر افزایش می‌دهد (44). در مرکبات مشاهده شده است که تغذیه با آمونیوم منجر به افزایش غلظت نیتروژن برگ نسبت به گیاهان تغذیه شده با نیترات می‌شود (48). نتایج مشابهی در تغذیه خیار با آمونیوم و نیترات به دست آمد (42). کاربرد کود سولفات آمونیوم درگیاه اسفناج نشان داد در مقایسه با شاهد، میزان تجمع نیتروژن را به شکل نیترات، هم در پهنک و هم در دمبرگ چند برابر افزایش داد

(15). گوگرد نیز عنصر حیاطی تشکیل دهنده آنزیم‌های دخیل در آسیمیلاسیون نیتروژن می‌باشد و دسترسی بیشتر به آن، آسیمیلاسیون نیتروژن را افزایش می‌دهد (52). کود سولفات آمونیوم به کار رفته در این پژوهش، نیتروژن آمونیومی و گوگرد را برای گیاه فراهم می‌کند، که با توجه به نتایج فوق، میزان نیتروژن برگ را افزایش می‌دهند.

آهن از جمله دیگر عناصر حیاتی رشد نمو گیاه محسوب می‌شود. آهن می‌تواند به‌طور مستقیم در آپوپلاست ریشه یا در روی سطح ریشه با پی اچ بالا رسوب کند که منجر به محتوی بالای آهن در ریشه‌های گیاهان تغذیه شده با نیترات می‌شود (30). این پدیده در منطقه بم با پی اچ بالای آب و خاک دور از انتظار نیست. وجود نیتروژن در خاک باعث می‌شود تا پی اچ سطح ریشه کاهش یافته و نهایتا آهن از سطح ریشه جذب و در ادامه به راحتی در گیاه منتقل شود (2 و 32). افزودن کود سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم واکنش‌های اسیدی در خاک را به دنبال دارند (5، 8 و 19) که این می‌تواند به ویژگی خاک منطقه مورد آزمایش ما با پی اچ بالا (جدول 2)، منطبق باشد و با کاهش پی اچ خاک، دسترسی و جذب گیاهان به عناصر را در خاک‌های قلیایی افزایش دهد. پتاسیم نیز با تاثیری که بر میزان اسیدی شدن محیط ریزوسفر دارد، بر جذب آهن و کاهش کلروز آهن نقش دارد (22، 23 و 59). لذا کاربرد کودهای سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم در این منطقه، کارایی تجمع آهن در برگ درخت خرما را افزایش می‌دهد.

تحقیقات نشان داده است که نیتروژن، محتوای پتاسیم برگ را افزایش می‌دهد (50 و 54). با این وجود جذب بالای پتاسیم نمی‌تواند ناشی از تاثیر مستقیم آمونیوم باشد چرا که آمونیوم در کل به دلیل رقابت یونی از جذب پتاسیم ممانعت می‌کند (46). از طرفی افزایش جریان یون اسیدی، خروج پتاسیم خاک را از طریق آبشویی بیشتر می‌کند. آمونیوم ممکن است از سیستم انتقال پتاسیم استفاده کند. آمونیوم به انتقال دهنده پتاسیم وصل شده و باعث تغییر شکل آن می‌شود (43). گزارش شده است که کاربرد آمونیوم جذب پتاسیم را کاهش می‌دهد (42). تغذیه مرکبات با آمونیوم نیز سبب کاهش جذب کاتیون‌هایی مانند پتاسیم شده است (48). این با نتایجی‌که برروی کرچک (56) و گندم (60) بدست آمده که آمونیوم بازدارنده قوی جذب پتاسیم است مطابقت دارد. در این پژوهش نیز غلظت 500 گرم سولفات آمونیوم نسبت به شاهد، غلظت پتاسیم برگ را افزایش داد ولی در غلظت دو برابری (1000 گرم) تغییری در جذب پتاسیم حاصل نشد. مکانیسمی احتمالی که در آن افزودن نیتروژن باعث افزایش جذب پتاسیم می‌شود، ناشی از مایکوریزا و ترشحات ریشه می‌باشد (45).

کاربرد توام کودهای معدنی به همراه کودهای دامی می‌تواند دسترسی به عناصر غذایی خاک را افزایش دهد (13، 21 و 29) و از آنجا که کودهای به کار رفته در این پژوهش (سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم و کود دامی) حاوی عناصر مهم به ویژه گوگرد، نیتروژن و پتاسیم می‌باشد، این نتایج با یافته‌های ما مبنی بر اثر افزایشی تجمع نیتروژن، پتاسیم و آهن در برگ درخت خرما در اثر کاربرد کودهای سولفات پتاسیم و سولفات آمونیوم به همراه کود دامی مطابقت دارد.

جدول 4- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در درخت خرما رقم مضافتی

Table 4- The analysis of variance of date palm cv. Mazafati charecters

S.O.V	DF	Means of Squares								
		وزن میوه Fruit weight	طول میوه Fruit lenght	قطر میوه Fruit diameter	TSS	TSS/TA	N	K	Fe	وزن هسته Kernel weight
تکرار Block	2	0.45ns	0.05ns	0.014ns	3.69ns	0.03ns	0.0001ns	0.004ns	13.77ns	0.0013ns
سولفات آمونیوم (A) Ammonium sulfate	2	42.78**	1.79ns	0.16ns	6.08**	57.81**	1.005**	0.012**	165.33**	0.43ns
سولفات پتاسیم(B) Potassium sulfate	2	24.08**	1.34ns	0.39ns	20.36**	51.59**	0.176**	0.41**	213.77**	0.176ns
A× B	4	6.76*	0.31ns	0.052ns	1.98ns	6.92ns	0.025**	0.0008ns	15.11**	0.017ns
خطا error	16	2.06	0.06	0.011	1.43	3.99	0.003	0.001	2.73	0.03
CV%	-	9.90	6.99	9.12	6.17	5.61	7.60	5.68	12.23	11.19

ادامه جدول4

Table 4- continued

S.O.V	DF	Means of Squares			
		کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Chlorophyll total	کاروتنویید Carotenoid
تکرار Block	2	0.08ns	0.025ns	0.33ns	0.003ns
سولفات آمونیوم (A) Ammonium sulfate	2	3.51**	0.65*	6.73*	0.59**
سولفات پتاسیم(B) Potassium sulfate	2	2.73**	0.27**	5.49**	0.37**
A× B	4	0.38**	0.01ns	0.42**	0.10*
خطا error	16	0.042	0.02	0.023	0.04
CV%	-	6.47	14.00	13.92	17.25

علامت‌های ns ، * و **به ترتیب معرف غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح 5 درصد و معنی دار در سطح 1 درصد

ns, * and ** represent nonsignificant, significant at P = 0.05 and 0.01, respectively

محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی برگ

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 4) نشان داد که اثرات ساده و متقابل کود سولفات آمونیوم و کود سولفات پتاسیم بر رنگدانه‌های فتوسنتزی کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و میزان کارتنوئید در برگ درخت خرما، به جز اثر مقابل آنها بر محتوای کلروفیل b، در سطح 5 درصد معنی‌دار بود. ترکیب کودی 500 گرم سولفات آمونیوم و 1500 گرم سولفات پتاسیم ، بطور معنی‌دار و در سطح آماری 5 درصد، میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، b، کل و کاروتنویید) را افزایش داد (جدول 5).

جدول 5- اثر متقابل کود سولفات آمونیوم × کود سولفات پتاسیم بر میزان نیتروژن، وزن میوه، آهن، کارتنوئید، کلروفیل a و کلروفیل کل در برگ خرما رقم مضافتی

Table 5- Interactioneffect of ammonium sulfate and potassium sulfate intract on N, Fe, fruit weight, carotenoid, chlorophyll and total of date palm cv. Mazafati leaves

	سولفات آمونیوم Ammonium sulfate (gr)								
	0			500			1000		
سولفات پتاسیم Potassium sulfate (gr)	0	750	1500	0	750	1500	0	750	1500
نیتروژن (%) Nitrogen	0.83^{f}	0.95^{e}	0.93^{e}	1.05^{d}	1.3^{cd}	1.51^{b}	1.43^{c}	1.57^{b}	1.7^{a}
وزن میوه Fruit weight (g)	9.67^{d}	14.33^{c}	15.83^{bc}	16^{b}	16.67^{b}	18.17^{a}	16.17^{b}	18.13^{a}	17.17^{ab}
آهن Iron (mg/g dw)	122.67^{c}	130.67^{bc}	133^{b}	132.67^{b}	136^{ab}	137.67^{ab}	129^{bc}	140.33^{a}	141^{a}
کاروتنویید Carotenoid (mg/g fw)	0.77^{e}	0.98^{e}	0.88^{de}	1^{d}	1.27^{c}	1.27^{a}	1.08^{d}	1.41^{b}	1.4^{b}
کلروفیلa Chlorophyll a (mg/g fw)	2.17^{d}	2.52^{cd}	2.82^{c}	2.92^{c}	3.32^{bc}	4.33^{a}	2.8^{c}	4.11^{ab}	4^{b}
کلروفیل کل Chlorophyll total (mg/g fw)	2.77^{e}	3.3^{d}	3.76^{cd}	3.58^{c}	4.52^{b}	5.56^{a}	3.83^{c}	5.48^{ab}	5.46^{a}

حروف متفاوت در روی ستون‌ها نشانه معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها در سطح احتمال1 درصد با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشد

Different letters (a-f) indicate significant differences (P< 0.01) based on Duncan's multiple range test

جدول 6- مقایسه میانگین اثر کودهای سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم بر محتوای پتاسیم، TSS، کروفیل B و TSS/TA در خرما رقم مضافتی

Table 6- comparison of means for the effect of ammonium sulfate and potassium sulfate on potassium, TSS, TSS/TA and chlorophyll b content of date palm cv. Mazafati

	سولفات آمونیوم Ammonium sulfate (g)			سولفات پتاسیم Potassium sulfate (g)		
	0	500	1000	0	750	1500
TSS (%)	18.83[b]	20.33[a]	19[a]	17.67[b]	20.44[a]	20.06[a]
TSS/TA (%)	32.67[b]	37.11[a]	37[a]	32.89[b]	36.44[a]	37.44[a]
پتاسیم Potassium (%)	0.6[b]	0.7[a]	0.7[a]	0.43[c]	0.78[b]	0.92[a]
کلروفیل b Chlorophyll b (mg/g fw)	0.77[b]	1.15[a]	1.3[a]	0.88[b]	1.13[a]	1.21[a]

حروف متفاوت در روی ستون‌ها نشانه معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها در سطح احتمال1 درصد با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشد

Different letters (a-c) indicate significant differences (P< 0.01) based on Duncan's multiple range test

کلروفیل‌ها و کاروتنویید‌ها ترکیبات آبدوستی هستند که در اندامک‌های خاصی همچون کلروپلاست و کروموپلاست سلول گیاهی سنتز و اندوخته می‌شوند. در گیاهان سبز، کاروتنویید‌ها در کلروپلاست بافتهای سبز یافت می‌شوند درحالیکه رنگ آنها، به دلیل حضور غالب کلروفیل، مستور می‌باشد. کاروتنویید‌ها از طرق مختلف در فتوسنتز نقش دارند و با مولکول کلروفیل ارتباط مستقیم دارند؛ از جمله اینکه هم در فرایند انتقال انرژی به کلروفیل و هم در حفاظت نوری و جلوگیری از خسارت اکسیداتیو به کلروفیل نقش ایفا می‌کنند. در شرایط طبیعی نیز به ازای هر 3-4 مولکول کلروفیل یک مولکول کاروتنویید وجود دارد و رابطه مثبتی بین مقدار کلروفیل و کاروتنویید در بافت فعال فتوسنتزی وجود دارد (5، 12، 51، 53 و 61). محتوای بیشتر کلروفیل و کاروتنویید، توانایی جذب و انتقال انرژی را در گیاه افزایش می‌دهد. گزارش شده است محتوای کلروفیل a و b و کاروتنوید در گیاهان تغذیه شده با نیتروژن، به خصوص نیتروژن آمونیومی بیشتر از نمونه شاهد می‌باشد (42). کاربرد کودهای حاوی نیتروژن، پتاسیم و فسفر و ترکیب آنها، نیز در مقایسه با شاهد، محتوای کلروفیل a و b و کاروتنویید را در گیاهان خردل (51) و گندم (8) افزایش داد. شاخص کلروفیل در برگ پیاز با تیمار کودهای نیترات آمونیوم و سولفات پتاسیم افزایش یافت (37). نتایج مذکور حاکی از تاثیر سه عنصر نیتروژن، گوگرد و پتاسیم است که در اثر کودهای سولفات پتاسیم و سولفات آمونیوم به کار رفته در این پژوهش، نیز در اختیار گیاه قرار می‌گیرد و هر یک از این عناصر می‌توانند مقدار کلروفیل و کاروتنویید برگ را تحت تاثیر قرار دهند. نقش نیتروژن و گوگرد در ترکیب کلروفیل گیاهان اثبات شده است (40، 41 و 49) به طوریکه در هر مولکول کلروفیل، چهار مولکول نیتروژن در حلقه تتراپیرول وجود دارد. از طرف دیگر غلظت کلروفیل ارتباط مثبتی با آهن، کلسیم و منیزیم و ارتباط منفی با پتاسیم برگ دارد (7)، با این وجود گزارش شده است که پتاسیم نیز شاخص محتوای کلروفیل را افزایش می‌دهد که احتمالا به دلیل نقش پتاسیم در جذب مواد غذایی همچون آهن و منیزیم و گوگرد است که در سنتز کلروفیل نقش دارند (6). افزایش محتوای کلروفیل و کاروتنویید برگ خرما با استفاده از هر دو کود سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم، احتمالا به ترکیبات معدنی موجود در آن به ویژه گوگرد و نیتروژن و نقش آنها در سنتز این ترکیبات، بستگی دارد. با توجه به نتایج فوق می‌توان نتیجه گرفت از ترکیب کودهای سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم می‌توان برای افزایش اجزای فعال فتوسنتزی (کلروفیل و کاروتنویید برگ) در منطقه خشک با پی اچ بالا، استفاده نمود.

میزان TSS و نسبت TSS/TA در میوه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول4) نشان داد که اثرات کودهای سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم در ترکیب با کود دامی بر میزان TSS و نسبت TSS/TA در میوه درخت خرما در سطح 1 درصد معنی‌دار بود. ترکیب کودی سولفات آمونیوم (500 گرم) و سولفات پتاسیم (750 گرم) به ازای هر درخت ، بطور معنی‌دار و در سطح آماری 1 درصد، میزان TSS و نسبت TSS/TA را افزایش داد. تیمار کود دامی به تنهایی تاثیر معنی‌داری بر شاخص‌های مذکور نداشت (جدول 6).

گزارش شده است کود سولفات آمونیوم در مقایسه با کود نیترات آمونیوم و اوره میزان TSS میوه خرما را افزایش می‌دهد (31). گیاهان تیمار شده با نیترات آمونیوم در ترکیب با نیتروبین، در هر دو رقم خرمای زاقلول و سمانی و در دو سال متوالی، بیشترین میزان محتوای قند میوه را در مقایسه با شاهد، داشته است (16). همچنین در طی دو سال متوالی بالاترین میزان TSS در میوه خرما از تیمار کود دامی به تنهایی و یا در ترکیب با مواد معدنی NPK به دست آمد ولی میزان TA تغییری نکرد (32). کود نیتروژن نیز به شکل اوره، میزان TSS میوه خرما را در مقایسه با شاهد افزایش داد (47)، همچنین کاربرد

کود سولفات آمونیوم به تنهایی میزان TSS را افزایش ولی میزان TA میوه خرما را کاهش می‌دهد (24) که با نتایج ما مبنی بر افزایش TSS و نسبت TSS/TA در میوه خرما تحت تاثیر تیمار کودی سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم در ترکیب با کود دامی مطابقت دارد. میزان TA نیز با کاربرد مواد معدنی، همراه یا بدون استفاده از مواد آلی افزایش پیدا کرد، با این حال، مقدار TSS و TA به ویژگی‌های رقم و مرحله رشدی بستگی دارد (3). نتایج مذکور حاکی از تاثیر سه عنصر نیتروژن، گوگرد و پتاسیم است که در اثر کاربرد کودهای سولفات پتاسیم و سولفات آمونیوم به کار رفته در این پژوهش، نیز در اختیار گیاه قرار گرفته است و هر یک از این عناصر می‌توانند مقدار TSS و TA میوه را تحت تاثیر قرار دهند. کاربرد کود سولفات پتاسیم میزان TSS را در میوه گوجه‌فرنگی افزایش داد (28). نتایج مشابهی از محلول‌پاشی برگی با پتاسیم، غلظت TSS را در میوه نوعی خربزه (muskmelon) (26) و بر اساس مونو فسفات پتاسیم در میوه گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای حاصل شد (9). هر دو عنصر نیتروژن و پتاسیم، در مقایسه با شاهد، محتوای TSS را در آناناس افزایش دادند ولی تاثیر پتاسیم بیشتر از نیتروژن بود (38). افزایش غلظت پتاسیم برگ، سرعت فتوسنتزی کلروپلاست را افزایش می‌دهد (11)، سرعت انتقال مواد فتوسنتزی از برگ به بافت ذخیره‌ای از طریق آوند آبکش افزایش یافته (4 و 34) و از این طریق کیفیت و عملکرد میوه را بهبود می‌یابد (20) که با محتوای بالای قند در میوه ارتباط دارد (26 و 39). مقدار ناکافی یا بیش از حد پتاسیم به طور نامناسبی کیفیت میوه را در پسته (62) تحت تاثیر قرار داد (55). غلظت بهینه نیتروژن، مقدار TSS و TA را در میوه muskmelon افزایش داد (10). نیتروژن می‌تواند مقدار مواد جامد قابل حل (Brix) در میوه درخت خرما را افزایش دهد، با این حال این افزایش می‌تواند ترتیب منظمی نداشته باشد به طوریکه در غلظت 700 گرم نیتروژن به شکل اوره به ازای هر درخت، بیشترین اثر را در افزایش Brix در میوه خرما داشته است (47). افزودن کود سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم واکنش‌های اسیدی در خاک را به دنبال دارند (19، 35 و 58) که این می‌تواند به ویژگی خاک منطقه مورد آزمایش ما با پی اچ بالا، منطبق باشد و با کاهش پی اچ خاک، دسترسی و جذب گیاهان به عناصر را در خاکهای قلیایی افزایش دهد.

وزن میوه

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول 4) نشان داد که اثر متقابل کود سولفات آمونیوم و کود سولفات پتاسیم بر وزن میوه در درخت خرما در سطح 1 درصد معنی‌دار بود. ترکیب کودی سولفات آمونیوم 500 گرم به ازای هر درخت و سولفات پتاسیم 1500 گرم به ازای هر درخت ، بطور بسیار معنی‌دار و در سطح آماری 1 درصد، وزن میوه را افزایش داد. تیمار کود دامی به تنهایی تاثیر معنی‌داری بر وزن میوه نداشت (جدول 5).

گزارش شده است کود سولفات آمونیوم در مقایسه با کود نیترات آمونیوم و اوره، طول و وزن میوه خرما را افزایش می‌دهد (24 و 31) و در طی دو سال متوالی، بالاترین میزان وزن میوه خرما از تیمار کود دامی به تنهایی و یا در ترکیب با مواد معدنی NPK به دست آمد (32). گیاهان تیمار شده با نیترات آمونیوم در ترکیب با نیتروبین، در هر دو رقم خرمای زاقلول و سمانی و در دو سال متوالی، بیشترین میزان وزن میوه را در مقایسه با شاهد، داشته است (16). کود نیتروژن نیز به شکل اوره، وزن میوه خرما را در مقایسه با شاهد افزایش داد (47). در مقایسه با شاهد، کود سولفات پتاسیم بیشتر از اوره، وزن میوه خرما را افزایش داد (25). در گیاه آناناس نیز نتایج نشان داد کاربرد کودهای نیتروژن و پتاسیم، به تنهایی و یا در ترکیب باهم، در مقایسه با شاهد، وزن میوه را به شدت افزایش داد (38). کاربرد توام کودهای معدنی به همراه کودهای دامی می‌تواند دسترسی به عناصر غذایی خاک را افزایش دهد (13، 21 و 29) و از آنجا که کودهای به کار رفته در این پژوهش (سولفات آمونیوم و سولفات پتاسیم و کود دامی) حاوی عناصر مهم به ویژه گوگرد و نیتروژن می‌باشد، افزایش معنی‌دار وزن میوه خرما می‌تواند ناشی از فراهم شدن مقادیر کافی عناصر نیتروژن، گوگرد و پتاسیم دسترس خاک باشد که در این پژوهش به طور مستقیم روی شاخصه‌های فیزیکوشیمیایی برگ خرما (کاروتنویید، کلروفیل، محتوای نیتروژن، پتاسیم و آهن) تاثیر مثبت داشته و همانطور که جدول همبستگی صفات نشان می‌دهد (جدول 7)، وزن ، TSS و نسبت TSS/TAمیوه خرما را افزایش می‌دهند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد کود دامی (نمونه شاهد) به تنهایی برای تغذیه درخت خرما کافی نیست و همراه آن، استفاده از کودهای سولفات پتاسیم و سولفات آمونیوم به تنهایی و یا در ترکیب با هم، باعث بهبود خواص فیزیکوشیمیایی برگ و میوه درخت خرما می‌شود. این ترکیب کودی، تامین کننده عناصر نیتروژن، پتاسیم و گوگرد می‌باشد که جزء عناصر پر مصرف گیاه هستند و با توجه به تاثیر معنی‌دار آنها بر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی مورد نظر در این پژوهش، محتوای نیتروژن، آهن و پتاسیم و رنگدانه‌های فتوسنتزی کاروتنویید و کلروفیل (a و کل) برگ و محتوای TSS و نسبت TSS/TA و وزن میوه خرما بهبود پیدا کرد.

جدول 7- همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در خرما رقم مضافتی

Table 7- Correlation between characters of date palm cv. Mazafati

Pearson Correlation Coefficients, N = 27										
	وزن میوه Fruit weight	TSS	TSS/TA	N	K	Fe	کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل کل Chlorophyll total	کاروتنویید Carotenoid
وزن میوه Fruit weight	1.00									
TSS	0.56**	1.00								
TSS/TA	0.75**	0.63**	1.00							
N	0.72**	0.33**	0.68**	1.00						
K	0.60**	0.69**	0.63**	0.47**	1.00					
Fe	0.76**	0.54**	0.77**	0.73**	0.79**	1.00				
کلروفیل a Chlorophyll a	0.74**	0.53**	0.76**	0.83**	0.67**	0.84**	1.00			
کلروفیلb Chlorophyll b	0.70**	0.36**	0.73**	0.83**	0.55**	0.82**	0.82**	1.00		
کلروفیل کل Chlorophyll total	0.74**	0.56**	0.83**	0.87**	0.70**	0.88**	0.96**	0.90**	1.00	
کاروتنویید Carotenoid	0.55**	0.42**	0.70**	0.72**	0.53**	0.65**	0.79**	0.78**	0.8**	1.00

علامت‌های ns ، * و ** به ترتیب معرف غیر معنی دار، معنی دار در سطح 5 درصد و معنی دار در سطح 1 درصد

ns, * and ** represent nonsignificant, significant at P = 0.05 and 0.01, respectively.

منابع

1- Abbey L., Joyce D.C., Aked J. and Smith B. 2002. Genotype, sulphur nutrition and soil type effects on growth and dry-matter production of spring onion. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77(3): 340-345.

2- Aciksoz S.B., Ozturk L., Gokmen O.O., Römheld V., and Cakmak I. 2011. Effect of nitrogen on root release of phytosiderophores and root uptake of Fe (III)-phytosiderophore in Fe-deficient wheat plants. Physiologia Plantarum, 142 (3): 287-96.

3- Al-Kharusi L.M., Elmardi M.O., Ali A., Al-Julanda F., Al-Said L., Abdelbasit K., and Al-Rawahy S. 2009. Effect of mineral and organic fertilizers on the chemical characteristics and quality of date fruit. International Journal of Agriculture and Biology, 11: 1560– 8530.

4- Ashley D.A., and Goodson R.D. 1972. Effect of time and plant K status on 14C-labeled photosynthate movement in cotton. Crop Science, 12: 686–690.

5- Azizi J., and yazdani S. 2007. Investigation stability income of export date of Iran. Journal of Agricultural Sciences, 13(1): 1-17.

6- Bark P., and Chein Y.1983. Effect of potassium fertilization on iron deficiency. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 14: 945-950.

7- Bavaresco L., Giachino E., and Colla R. 1999. Iron chlorosis paradox in grapevine. Journal of PlantNutrition, 22(10): 1589–1597.

8- Bojovic B., and stojanovic J. 2005. Chlorophylland carotenoid content in wheat cultivars as a function of mineral nutrition. Archives of Biological Science Belgrade, 57(4): 283-290.

9- Chapagain B.P., and Wiesman Z. 2004. Effect of Nutri-Vant-PeaK foliar spray on plant development, yield, and fruit quality in greenhouse tomatoes. Horticultural Science, 102: 177–188.

10- De Queiroga R.C.F., Puiatti M., Fontes P.C.R., Cecon P.R., and Finger F.L. 2007. Yield and quality of muskmelon fruits cultivated in greenhouse with doses of nitrogen. Horticultura Brasileira, 25(4): 550–556.

11- Dekov I., and Velichkov D.1992. Ultrastructural and functional changes in the chloroplasts of maize plants at various levels of potassium nutrition and water stress. Plant Physiology, 18(1): 3–9.

12- Delgado-Pelayo R., Gallardo-Guerrero L., and Hornero-Méndez D. 2014. Chlorophyll and carotenoid pigments in the peel and flesh of commercial apple fruit varieties. Food Research International. (in press)

13- Eghball B., Wienhold B.J., Gilley J.E., and Eigenberg R.A. 2002. Mineralization of manure nutrients. Journal of Soil and Water Conservation, 57(6): 470-473.

14- EL-Desuki M., Abdel-Mouty M.M., and Ali A.H. 2006. Response of onion plants to additional dose of potassium application. Journal of Applied Science Research, 2(9): 592-597.

15- Elia A., Santamaria P., and Serio F. 1998. Nitrogen Nutrition, Yield and Quality of Spinach. Journal of the Science of Food and Agriculture, 76(3): 341-346.

16- Elkhayat H.M., and Elnoam S.M. 2013. The Use of Biofertilizer to Enhance Fruit Quality and Productivity Zaghloul and Samani Date Palms. Alexandria Journal of Agricultural Research, 58(2): 131-140.
17- El-Shurafa M. 1984. Annual loss of minerals from date palm. Date Palm Journal, 3: 278–290.
18- Eriksen J., Thorup-Kristensen K., and Askegard M. 2004. Plant availability of catch crop sulfur following spring incorporation. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 167: 609-615.
19- Guelser F. 2005. Effects of ammonium sulfate andurea on NO-3 and NO-2 accumulation, nutrient contents and yield criteria in spinach. Scientia Horticulturae, 106: 330-340.
20- Hartz H.K., Miyao G., and Mullen R.J. 1999. Potassium requirements for maximun yield and fruit quality of processing tomato. Journal of the American Society for Horticultural Science, 124(2): 199–204.
21- Haynes R.J., and Naidu R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 51(2): 123-137.
22- Hughes D. F., Jolley V. D., and Brown J. C. 1992. Roles for potassium in the iron-stress response mechanisms of strategy I and strategy II plants. Journal of Plant Nutrition, 15(10): 1821–1839.
23- Jolley V.D., Fairbanks D.J., Stevens W.B., Terry R.E., and Orf J. H. 1992. Root iron-reduction capacity for genotypic evaluation of iron efficiency in soybean. Journal of Plant Nutrition, 15(10): 1679–1690.
24- Kassem H. A. 2012. The response of date palm to calcareous soil fertilization. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12(1): 45-58.
25- Khayyat M., Tafazoli E., Eshghi S., and Rajaee S. 2007. Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc sprays on yield and fruit quality of date palm. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 2(3): 289-296.
26- Lester G.E., Jifon J.L., and Rogers G. 2005. Supplemental foliar potassium applications during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid, and beta-carotene contents. Journal of the American Society for Horticultural Science, 130: 649–653.
27- Lichtenthaler H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments ofphotosynthetic membranes. Methods in Enzymolgy, 148: 350–382.
28- Lin D., Huang D., and Wang S. 2004. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture. Scientia Horticulturae, 102(1): 53–60.
29- Magdoff, F.R. (1992). Building soils for better crops: organic matter management. University of Nebraska Press, Lincoln, NE, 176 pp.
30- Marschner H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. (2thed). Academic Press, New York.
31- Marzouk H.A. 2011. Soil Fertilization Study on Zaghloul Date Palm Grown in Calcareous Soil and Irrigated with Drainage Water. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 10(5): 728-736.
32- Marzouka 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(3): 249–254.
33- Mengel K., and Kirkby E.A. 2001. Principles of plant nutrition. (5th Ed). Kluwer Academic Publishers.
34- Mengel K. 1980. Effect of potassium on the assimilate conduction to storage tissue. Ber. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, 93: 353–362.
35- Mengel K. 1995. Iron availability in plant tissues – iron chlorosis on calcareous soils. p. 389–397. In J. Abadia (Ed.), Iron nutrition in soils and plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
36- Mohammadi Z., Roosta H.R., Tajabadipour A., and Hokmabadi H. 2013. Effect of Nitrogen, Manure, Potassium and Iron on Yield, Fruit Quality and Leaf Mineral Nutrient Content in *Pistacia vera* cv.Fandoghi Grafted on Badami-Riz Zarand Rootstock. Journal of Horticultural Sciences, 27(2): 117-129.
37- Mollavali M., Bolandnazar S., and tabatabaei S.J. 2009. Effect of Ammonium Nitrate and Potassium Sulfate on Concentration of Some Nutrients in Onion. Journal of Horticultural Sciences, 25(1): 101-108.
38- Obiefuna J.C., Majumder P.K., and Ucheagwu A.C. 1987. Fertilizer rates for increased pineapple production in the tropical ferrallitic soils of south western nigeria. Fertilizer Research, 12: 99-105.
39- Pettigrew W.T. 1999. Potassium deficiency increases specific leaf weights and leaf glucose levels in field grown cotton. Agronomy Journal, 91: 962–968.
40- Prsa I., Stampar F., Vodnik D., and Veberic R. 2007. Influence of nitrogen on leaf chlorophyll content and photosynthesis of 'Golden Delicious' apple. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Plant Soil Science, 57(3): 283 - 289.
41- Reddy K.J. 2006. Nutrient stress. p. 187–217. In: k.v. Madhava et al., (eds) physiology and molecular biology of stress tolerance in plants. springer. Printed in the netherlands.
42- Roosta H.R. and Schjoerring J.K. 2007. Effects of ammonium toxicity on nitrogen metabolism and elemental profile of cucumber plants. Journal of Plant Nutrition, 30(11): 1933-1951.
43- Roosta H.R. 2006. Physiological aspects of ammonium and nitrate nutrition in cucumber and tomato plants: studies of ammonium toxicity and alleviation methods. Ph.D. Thesis. Copenhagen, Denmark.
44- Roosta H.R., Sajjadinia A., Rahimi A., and Schjoerring J.K. 2009. Responses of cucumber plant to NH_4^+ and NO_3^- nutrition: the relative addition rate technique vs. cultivation at constant nitrogen concentration. Scientia

Horticulturae, 3251: 1-7.
45- Rowe E.C., Smart S.M., Kenned V.H., Emmett B.A., and Evans C.D. 2008. Nitrogen deposition increases the acquisition of phosphorusand potassium by heather Callunavulgaris. Environmental Pollution, 155(2): 201-207.
46- Rufty T.W., Jackson W.A., and Raper C.D. 1982. Inhibition of nitrate assimilation in roots in the presence of ammoniume the moderating influence of potassium. Journal of Experimental Botany, 33(6): 1122-1137.
47- Saleh J. 2009. Yield and chemical composition of 'Piarom' Date-Palm Phoenix dactylifera as affected by nitrogen and phosphorus Levels. International Journal of Plant Production, 3(3): 57-64.
48- Serna M.D., Borras R., Legaz F., and Primo-millo E. 1992. The influence of nitrogen concentration and ammonium/nitrate ratio on N-uptake, mineral composition and yield of citrus. Plant and Soil, 147(1): 13-23.
49- Sideris C.P., and Young H.Y. 1947. Effects of nitrogen on chlorophyll, acidity, ascorbic acid, and carbohydrate fractions of (*Ananas comosus* L.) merr. Plant Physiology, 22(2): 97–116.
50- Singh B.K., and Modgal S.C. 1978. Dry-matter production, phosphorus and potassium uptake as influenced by levels and methods of nitrogen application in rainfed upland rice. Plant and Soil, 50(1): 691-701.
51- Singh P., Agrawal M., and Agrawal S.B. 2011. Differences in Ozone Sensitivity at Different NPK Levels of Three Tropical Varieties of Mustard (*Brassica campestris* L.): Photosynthetic Pigments, Metabolites, and Antioxidants. Water Air Soil Pollution. 214: 435–450.
52- Swamy U., Wang M., Tripathy J.N., Kim S.K., HirasawaM., Knaff D. B., and Allen J.P. 2005. Structure of spinach nitrite reductase: implications for multi-electron reactions by the iron-sulfur: siroheme cofactor. Biochemistry, 44: 16054-16063.
53- Telfer A., Pascal A., and Gall A. 2008. Carotenoids in Photosynthesis. p. 265-308. In: G. Britton et al., (eds). Carotenoids: natural fucntions, *vol. 4*. Basel, Switzerland; Boston.
54- Thorne G. N. 1955. Interactions of nitrogen, phosphorus, and potassium supplied in leaf sprays or in fertilizer added to the soil. Journal of Experimental Botany, 6: 20-42.
55- Trudel M.J., and Ozbun J.L. 1971. Influence of potassium on carotenoid content of tomato fruit. Journal of the American Society for Horticultural Science, 96(6): 763–765.
56- Van Beusichem M.L., Kirkby E.A., and Bass R. 1988. Influence of nitrate and ammonium nutrition on the uptake, assimilation and distribution of nutrients in *Ricinus communis*. Plant Physiology, 86(3): 914-921.
57- Venkatesan S., Murugesan S., Senthur Pandian V.K., and Ganapathy M.N.K. 2005. Impact of sources and doses of potassium on biochemical and greenleaf parameters of tea. Food Chemistry, 90(4): 535–539.
58- Wallace A. 1991. Rational approaches to control iron deficiency other than plant breeding andchoice of resistant cultivars. Plant and Soil, 130(1): 281–288.
59- Wallace A., Wallace G.A., and Cha J.W. 1992. Some modifications in trace metal toxicities and deficiencies in plants resulting from interactions with other elements and chelating agents. – The special case of iron. Journal of Plant Nutrition, 15(10): 1589–1598.
60- Wang X.T., and Below F.E. 1998. Accumulation and partitioning of mineral nutrients in wheat as influenced bynitrogen form. Journal of Plant Nutrition, 21(1): 49-61.
61- Wolken J.J., and mellon A.D. 1956. The relationship between chlorophyll and the carotenoids in the algal flagellate, euglena. The Journal of General Physiology, 39(5): 675–685.
62- Zeng Q.P., and Brown P.H. 2001. Potassium fertilization affects soil K, leaf K concentration, and nut yield and quality of mature pistachio trees. HortScience, 36(1): 85–89.
63- Zorba C., Senbayram, M., and Peiter, E. 2014. Potassium in agriculture – Status and perspectives. Journal of Plant Physiology, 171: 656–669.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 3, Fall 2017, P. 457-468
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 31، شماره 3، پاییز 1396، ص. 468-457
شاپا: 2008 - 4730

Effects of Cow Manure, Ammonium Sulfate and Potassium Sulfate on Physico-Chemical Indices of Fruit and Leaf of Mazafati Date (*Phoenix Dactylifera* L.)

E. Aryakia[1*]- H.R. Roosta[2]- N. Rahmizade[3]

Received: 09-07-2014
Accepted: 05-07-2017

Introduction: Date palm (*Phoenix dactylifera* L.) is one of the most important fruit species grown in Iran. This plant is mainly grown in the south of the country, where pH of soil is high, resulting in poor nutrient uptake. Furthermore, because of high yield and annual pruning of date palm, large amounts of macro and micronutrients are removed from soil. So, annual fertilizing should be applied for good performance. Research shows that use of manure alone or in combination with mineral fertilizers improves physico-chemical indices of fruits and leaves of palm trees. Regarding to high nutrition dependency of date palm, it is necessary to evaluate the effect of different fertilizers on physico-chemical indices of its leaf and fruit. The main objectives of this study were thus to evaluate the effect of cow manure, ammonium sulfate and potassium sulfate on physico-chemical indices in fruit and leaf of Mazafati date.

Materials and Methods: This study was conducted in bam zone, Kerman, Iran, in 2011- 2012. The area was located at 28°53′40″N latitude, 58°37′18″E longitude and 1050 m above sea level. A factorial experiment in a randomized complete block design was performed during month of March. Factors included ammonium sulfate (0, 500 and 1000 g/tree), potassium sulfate (0, 750 and 1500 g/tree) accompanied by cow manure (5 kg/tree). For leaf and fruit analysis, sampling was performed during month of June. Physico-chemical indices including nitrogen, potassium, iron, chlorophyll a, b and total, carotenoid, fruit weight, fruit diameter, fruit length, TSS and TSS/TA were evaluated. Chlorophyll was measured by using the method of Lichtenthaler (1987). Total soluble solid (TSS) was measured by using refractometer. Statistical analysis was performed using SPSS software and the treatment means were separated by Duncan's multiple range tests.

Results and Discussion: Results showed that because of supplying nitrogen, sulfur and potassium and their significant effects on noted physico-chemical indices, the highest nitrogen and iron content, photosynthetic pigments of carotenoid and chlorophyll (*a* and total) of leaf, and fruit weight were obtained in treatments of ammonium sulfate (1000 g/tree) and potassium sulfate (1500 g/tree) combination with cow manure (5 kg/tree). The highest potassium content of leaf, TSS and TSS/TA ratio of fruit were obtained by using ammonium sulfate (500 g/tree) and potassium sulfate (1500 g/tree) in combination with cow manure. The general increase in physico-chemical indices of fruits and leaves of date palm by the application of cow manure plus mineral fertilizer might be due to the increase in the availability of nutrients especially available N, P and K in the soil. In many reports, the effects of mineral fertilizers on nitrogen, potassium and iron content of the plant tissues were discussed. For example, date palm (two cultivars including Zaghloul and Samany) treated by ammonium nitrate and nitrobean (a bio-fertilizer) had the highest amount of leaf nitrogen and potassium. The highest rates of nitrogen, iron and potassium in palm fruit were obtained from cow manure in combination with NPK. Nitrogen, iron and potassium contents of the date and pistachio were increased by using ammonium sulfate fertilizer. Fruit weight, length, diameter and dry weight increased, while fruit moisture content decreased by organic manures either alone or in combination with mineral NPK as compared to the mineral N. Higher fruit TSS was obtained by the application of organic manures alone or in combination with mineral NPK as compared with mineral fertilization alone. Nitrogen concentration can be increased by using nitrogen fertilizer, for example ammonium increased leaf nitrogen concentration more than nitrate. Mineral nutrient, especially sulfur and nitrogen supplied by ammonium sulphate and potassium sulphate, increased the content of chlorophyll and carotenoid due to their roles in the synthesis of these compounds. Higher potassium content of leaves promotes photosynthetic rate of chloroplast, phloem transport of photosynthates to sink tissues and finally improves quality and yield of the fruit, which is associated with high sugar content.

Conclusions: For feeding of date palm tree, cow manure fertilization alone is insufficient. Ammonium sulfate and potassium sulfate alone or in combination with cow manure could improve physico-chemical indices

1- Plant bank, Iranian Biological Resource Center (IBRC) (ACECR), Karaj, I.R. Iran
(*-Corresponding Author Email: aryakia@ibrc.ir)
2- Professor of Horticultural Science, Plant Nutration, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran
3- Faculty of Agriculture, Azad university of Jiroft, Iran

of leaves and fruits. This mixed fertilizer, supplying nitrogen, potassium and sulfur macronutrients, had significant effect on physico-chemical parameters, and subsequently improved the content of nitrogen, iron, potassium, photosynthetic pigments (*a*, *b* and total, carotenoid), TSS, TSS/TA ratio and the fruit weight.

Keywords: Photosynthetic pigments, Nutrition, Minerals and TSS