

اثر ماده آلی، پتاسیم و کلسیم بر عملکرد، ترکیب شیمیایی و پوسیدگی گلگاه هندوانه در یک خاک سبک

جواد سرحدی^۱، محمد فیضیان^۲، خسرو عزیزی^۲، حمیدرضا متین فر^۲

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۲/۰۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۰)

چکیده

ایران از لحاظ تولید و صادرات هندوانه در مقام دوم دنیا قرار دارد. استان کرمان در جنوب شرقی ایران، از نظر تولید هندوانه دارای رتبه اول در کشور است، ولی در یک دهه اخیر عواملی نظیر خشکسالی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، کیفیت نامطلوب آب آبیاری، عدم مصرف بهینه و متعادل عناصر غذایی موجب کاهش کمی و کیفی و به ویژه افزایش عارضه پوسیدگی گلگاه در این محصول شده است. لذا با توجه به شرایط مذکور، اثر سه عامل ماده آلی، پتاسیم و کلسیم بصورت توأم در یک آزمایش بر عملکرد، ترکیب شیمیایی و عارضه پوسیدگی گلگاه هندوانه مورد بررسی قرار گرفت که مطالعه جدیدی در منطقه محسوب می‌گردد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در یکی از شهرستان‌های جنوب شرقی ایران انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل ماده آلی در دو سطح (۰ و ۲۰ تن در هکتار کود حیوانی)، کود سولفات پتاسیم در سه سطح (۰، ۲۵۰ و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) و محلول پاشی کلات کلسیم در دو سطح (۰ و ۴ گرم کلات کلسیم در لیتر) بود. نتایج بررسی نشان داد که مصرف ماده آلی و تغذیه برگی کلات کلسیم موجب افزایش عملکرد، غلظت کلسیم، آهن و روی گیاه و کاهش عارضه پوسیدگی گلگاه میوه هندوانه شد. همچنین مصرف سولفات پتاسیم موجب افزایش عملکرد شد، اما مصرف این کود بیش از ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار سبب کاهش غلظت کلسیم، روی و آهن در گیاه و افزایش عارضه پوسیدگی گلگاه شد.

واژه های کلیدی: پوسیدگی گلگاه، تغذیه، محلول پاشی، هندوانه

۱- دانشجوی دکتری علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان (مکاتبه کننده)

۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان

پست الکترونیک: javad.sarhadi2009@gmail.com

مقدمه

هندوانه (*Citrullus lanatus*) یکی از مهم‌ترین محصولات جالیزی است که ایران با ۱۶۰۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت، بعد از چین در مقام دوم جهان قرار دارد (Vills *et al.*, 2003). استان کرمان با تولید حدود ۵۰۰ هزار تن دارای مقام اول در ایران می‌باشد که بخش قابل توجهی از محصول تولیدی به خارج از ایران صادر می‌گردد. در بین ارقام مختلف هندوانه مورد کاشت در ایران مانند دیگر کشورهای تولید کننده هندوانه، رقم کریمسون سوئیت به دلیل سازگاری با شرایط آب و هوایی و قابلیت حمل و نقل و نگهداری مطلوب، از ارزش اقتصادی زیادی برخوردار بوده و بیشترین سطح زیر کشت و تولید را در جنوب و جنوب شرقی ایران به خود اختصاص داده است. این منطقه دارای اقلیم گرم و خشک، رطوبت نسبی پایین و میزان بارندگی ۱۵۰-۱۰۰ میلی‌متر در سال می‌باشد که پس از دو دهه خشکسالی، این میزان کاهش یافته و بر متوسط درجه حرارت نیز افزوده شده است. خاک‌های کشاورزی منطقه مذکور دارای بافتی سبک، فقیر از ماده آلی و عناصر غذایی و ظرفیت نگهداری آب پائین و پهاش قلیایی می‌باشند. اکثر آب‌های آبیاری دارای قابلیت هدایت الکتریکی بیش از ۱۵۰۰ میکرو زیمنس بر متر می‌باشند که به دلیل خشکسالی، هرساله از کمیت و کیفیت آنها کاسته می‌گردد.

در یک دهه اخیر که در اثر عدم آیش با تخلیه خاک‌های این منطقه از عناصر غذایی به ویژه پتاسیم و کلسیم و نیز ماده آلی روبرو هستیم، میوه هندوانه تولیدی از نظر کمی و کیفی کاهش یافته است و در این میان عارضه پوسیدگی گلگاه میوه از مهمترین مشکلات بازاری پسندی محصول تولیدی منطقه می‌باشد که نامطلوب بودن پارامترهای اقلیمی، پایین بودن ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین شوری آب از عوامل تشدید کننده این عارضه هستند.

در بررسی‌های انجام شده توسط چارلز و شوماخر (Charles & Shomakher, 2005) و اسکندری و اعتباریان (Eskandari & Etebariyan, 1969)، پوسیدگی گلگاه در میوه گوجه‌فرنگی، فلفل دلمه‌ای و

هندوانه بعنوان یک عارضه فیزیولوژیکی شناخته شده است. برخی پژوهشگران تنش‌های رطوبتی هوا و خاک و عده‌ای دیگر کمبود کلسیم را عامل پوسیدگی گلگاه می‌دانند علوی (Alavi, 1971). بوت و بنیتز (Bot & Benites, 2005) علت وقوع این عارضه در گوجه‌فرنگی، فلفل و غیره را کمبود کلسیم می‌دانند. طبق نظر نانزا (Nzanza, 2006)، زونگ و همکاران (Xiong *et al.*, 2002) و گلدبرگ (Goldberg, 1999)، مدیریت تغذیه و آبیاری گیاه و شرایط اقلیمی از طریق تأثیر بر جذب کلسیم توسط گیاه، بر شدت این عارضه موثر می‌باشند.

پتاسیم عنصری است که علاوه بر تنظیم سیستم آبی گیاه، موجب استحکام دیواره سلولی، فعالیت تعداد زیادی از آنزیم‌های گیاه و افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده نظیر خشکی، سرما، شوری، آفات و بیماریها می‌گردد (Cakmak, 2005). همچنین این عنصر موجب افزایش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی می‌شود (Malakouti *et al.*, 2005). بسفورد (Besford, 1978) با بررسی اثر سطوح پتاسیم بر پوسیدگی گلگاه در سه رقم گوجه فرنگی ملاحظه کرد که در تیمارهایی که غلظت پتاسیم حداکثر می‌باشد، غلظت و میزان کل کلسیم در گیاه کاهش یافته و بیشترین شدت عارضه پوسیدگی گلگاه مشاهده شد.

کلسیم از جمله مهم‌ترین عناصر مربوط به مقاومت و استحکام دیواره سلولی شناخته می‌شود. کلسیم همانند یک هورمون موجب تنظیم فعالیت‌های مختلف سلول‌های گیاهی می‌گردد و یکی از نقش‌های آن تنظیم و فعال نمودن پمپ پروتئینی می‌باشد که در جذب و حرکت عناصر غذایی در ریشه و سایر سلول-های گیاهی دخالت دارد. این عنصر همچنین از طریق بهبود کار سلول‌های روزنه‌ای و نیز تولید نوعی پروتئین بعنوان پروتئین تنش گرمایی، موجب تحمل گیاه در برابر درجه حرارت‌های بالا می‌گردد (Malakouti & Tabatabaei, 1998). تیلور و همکاران (Taylor *et al.*, 2004) با بررسی اثر سطوح آبیاری، مالچ و منابع مختلف کلسیم و پتاسیم بر گوجه‌فرنگی در یک خاک شنی به این نتیجه رسیدند که با مصرف

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳ در منطقه فاریاب واقع در جنوب شرقی استان کرمان انجام گرفت. قبل از اجرای پروژه، خاک محل آزمایش و ماده آلی مورد استفاده (کود حیوانی) مورد تجزیه قرار گرفت که نتایج آن در جداول (۱) و (۲) آمده است. شوری آب مورد استفاده نیز ۲۱۰۰ میکروزیمنس بر متر بود.

کلسیم میزان پوسیدگی گلگاه کاهش یافت و در تیمارهایی که میزان پتاسیم کمتر بود، در مقایسه با تیمارهای با پتاسیم بالا، میزان عارضه کاهش نشان داد. هدف از این پژوهش ارزیابی اثر پتاسیم، کلسیم و ماده آلی با توجه به اثرات ویژه آنها بر تنش‌های محیطی و رشد گیاه بر عملکرد میوه و کاهش عارضه پوسیدگی گلگاه هندوانه در خاک‌های سبک و فقیر با اقلیم گرم و خشک بود. تاکنون مشابه این پژوهش در داخل و خارج کشور روی هندوانه صورت نگرفته است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical properties of soil

شوری EC (dS m ⁻¹)	اسیدیته گل اشباع pH of paste	پتاسیم قابل جذب available K (mg kg ⁻¹)	فسفر قابل جذب available P (mg kg ⁻¹)	کربن آلی Organic carbon (%)	سیلت silt (%)	شن sand (%)	رس clay (%)	بافت texture لوم شنی
2.5	8.1	121	7.8	0.13	21.4	70.4	8.2	

جدول ۲- برخی ویژگی‌های ماده آلی مورد استفاده در آزمایش

Table 2- Selected properties of applied organic matter in study

شوری EC(1:5) (dS m ⁻¹)	اسیدیته pH	نیتروژن کل Total N	فسفر کل Total P	پتاسیم کل Total K %	کلسیم کل Total Ca	آهن کل Total Fe	منگنز کل Total Mn	روی کل Total Zn (mg kg ⁻¹)	مس کل Total Cu
9.77	7.8	1.46	0.964	1.15	2.85	1501	323.5	160.5	57

سانتی‌متری خاک با آن مخلوط شدند. محلول‌پاشی کلات کلسیم از یک ماه قبل از ظهور گل هر ۱۵ روز یکبار صورت گرفت. پس از ظهور اولین میوه‌ها اقدام به تهیه نمونه برگ از تمام تیمارها شد. برداشت میوه مربوط به تیمارهای مختلف در اواخر اردیبهشت ماه صورت گرفت و وزن کل عملکرد و درصد عارضه پوسیدگی گلگاه در هر تیمار محاسبه گردید و در نمونه‌های خشک شده و آسیاب شده برگ نیز پس از تهیه عصاره به روش سوزاندن خشک و ترکیب با اسیدکلریدریک یک نرمال غلظت کلسیم، آهن و روی با دستگاه جذب اتمی و غلظت پتاسیم با دستگاه فلیم‌فتمتر اندازه‌گیری شد (Cottenie, 1980). نتایج بدست آمده با نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب بلوکهای کامل تصادفی با ۳ فاکتور شامل ماده آلی (مخلوط یک به یک کود مرغی و گاوی) با دو سطح (۰ و ۲۰ تن در هکتار)، کود سولفات پتاسیم با سه سطح (۰، ۲۵۰ و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) و محلول‌پاشی کلات کلسیم از منبع EDTA- Ca(10% Ca) با دو سطح (۰ و ۴ گرم در لیتر) جمعاً با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. پس از شخم و دیسک زمین، بسترهای کاشت بصورت جوی و پشته به عرض ۶۰ سانتی متر و طول ۲۰ متر آماده شد. در این آزمایش فاصله تکرارها ۶ متر و فاصله بین تیمارها ۴ متر بود. قبل از آماده کردن بستر کاشت تمامی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه به استثنای پتاسیم بر اساس آزمون خاک در تمامی تیمارها بطور یکسان مصرف و با خاک مخلوط شدند. تیمارهای کود پتاسه و ماده آلی، بصورت نواری مصرف و تا عمق ۲۰

نتایج و بحث

اثر اصلی کلسیم، ماده آلی و پتاسیم بر عملکرد و عارضه پوسیدگی گلگاه هندوانه

کلات کلسیم، ماده آلی و سولفات پتاسیم موجب افزایش معنی‌دار عملکرد هندوانه شدند (جدول ۳). ضعیف بودن خاک در این آزمایش از نظر پتاسیم قابل استفاده، قابلیت هدایت الکتریکی آب آبیاری، تبخیر و

تعرق زیاد و تنش‌های کم آبی در خاک‌های سبک موجب پاسخ مثبت گیاه به مصرف کود پتاسه و افزایش معنی‌دار عملکرد هندوانه در مقایسه با تیمار شاهد شد که با یافته‌های اولانی و تلا (Olaniyi & Tella, 2011) و جیان مینگ و همکاران (Jianming *et al.*, 2008) در هندوانه، خربزه و گوجه‌فرنگی همخوانی دارد.

جدول ۳- اثر اصلی ماده آلی، کلسیم و پتاسیم بر عملکرد و درصد پوسیدگی گلگاه در میوه هندوانه و غلظت کلسیم، پتاسیم و آهن و روی در برگ

Table 3- Main effect of organic matter, calcium and potassium on yield and blossom-end rot percentage in watermelon fruit and calcium, potassium, iron and zinc concentration in leaf

غلظت روی Zinc concentration (mg kg ⁻¹)	غلظت آهن Iron concentration (mg kg ⁻¹)	غلظت پتاسیم Potassium concentration (%)	غلظت کلسیم Calcium concentration (%)	پوسیدگی گلگاه Blossom end rot (%)	عملکرد Yield (ton/ha)	سطح Level	تیمار treatment
22.82b	169.3b	2.18b	2.1a	8.18a	39.2b*	0	کلات کلسیم (Ca-EDTA) (g l ⁻¹)
25.3a	179.61a	2.41a	2.2a	7.71b	43.71a	4	
21.5b	169b	2.17b	1.91b	8.62a	36.27b	0	ماده آلی (OM) (ton ha ⁻¹)
26.62a	179.91a	2.42a	2.17a	6.71b	46.64a	20	
24.88a	172.18b	1.97c	2.08ab	8.03a	38.79b	0	پتاسیم سولفات K ₂ SO ₄
22.54ab	179.88a	2.33b	2.2a	6.33b	47.51a	250	
22.75b	171.31b	2.59a	1.81b	8.36a	48.63a	350	(kg ha ⁻¹)

*ارقام مربوط به هر پاسخ گیاهی در یک ستون از یک تیمار که حروف مشترک دارند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

* Means in a column of each treatment followed by the same letter are not significantly different at P≤0.05.

عارضه به طور معنی‌داری نسبت به سطح ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار از این کود افزایش یافت (جدول ۳). همچنین تأثیر منفی مصرف زیاد پتاسیم در کاهش جذب کلسیم از طریق خاک و افزایش عارضه پوسیدگی گلگاه در گوجه‌فرنگی توسط داریل (Darryl, 2007) و پروز (Pervez *et al.*, 2007) گزارش شده است.

اثر اصلی کلسیم بر غلظت کلسیم، پتاسیم، آهن و روی در گیاه

محلول‌پاشی کلات کلسیم، افزایش غلظت کلسیم گیاه را موجب شد، اما بطور میانگین این افزایش نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین محلول‌پاشی کلسیم افزایش معنی‌دار غلظت عناصر پتاسیم، آهن و روی را در گیاه سبب شد (جدول ۳).

محلول‌پاشی کلات کلسیم درصد عارضه پوسیدگی گلگاه هندوانه را به طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (جدول ۳). به نظر می‌رسد در شرایط تنش کم آبی، شوری زیاد و تبخیر و تعرق بالا، تأمین کلسیم گیاه از طریق محلول‌پاشی نسبت به تأمین آن از طریق خاک ترجیح دارد. همچنین ماده آلی در این آزمایش موجب کاهش معنی‌دار عارضه پوسیدگی گلگاه نسبت به شاهد شد (جدول ۳). رضوی نسب و همکاران (Razavinasab *et al.*, 2011) و لستر و همکاران (Lester *et al.*, 2010) نتایج مشابهی را در گوجه‌فرنگی گزارش کرده‌اند.

نتایج این مطالعه نشان داد که میانگین مصرف ۲۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار موجب کاهش معنی‌دار عارضه پوسیدگی گلگاه نسبت به تیمار شاهد شد. اما با افزایش میزان کود سولفات پتاسیم به ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار، غلظت کلسیم گیاه کاهش و درصد

اثر متقابل ماده آلی و سولفات پتاسیم بر عملکرد هندوانه

مقدار عملکرد در همه تیمارهای دارای ماده آلی بطور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای بدون ماده آلی بود (جدول ۴). به طوریکه میزان عملکرد در هر سطح سولفات پتاسیم با مصرف ماده آلی افزایش معنی‌داری داشت و بیشترین عملکرد به میزان ۵۴/۸ تن در هکتار

مربوط به تیمار مصرف توأم ۲۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۲۰ تن ماده آلی در هکتار بود که نسبت به تیمار شاهد ۶۱ درصد افزایش عملکرد را نشان می‌دهد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش‌های آگوی و همکاران (Aguyoh *et al.*, 2007) و گالمز (Galmes *et al.*, 2007) همخوانی دارد.

جدول ۴- اثرات متقابل سطوح ماده آلی، کلسیم و پتاسیم بر عملکرد و پوسیدگی گلگاه در میوه و غلظت کلسیم در برگ
Table 4- Interaction between organic matter, calcium and potassium levels on yield and blossom-end rot percentage of fruit and calcium concentration in leaf

سطوح سولفات پتاسیم (K ₂ SO ₄ levels) (kg ha ⁻¹)			سطوح ماده آلی و کلسیم (Organic matter and calcium levels)	
350	250	0		
عملکرد (ton/ha) (yield)				
34.53 c	40.22 bc	34.11 c*	0	ماده آلی (OM) (ton ha ⁻¹)
41.6 b	54.8 a	34.52 b	20	
35.6 c	45.3 ab	36.7 c	0	کلات کلسیم (Ca-EDTA) (g l ⁻¹)
40.53 bc	49.72 a	40.88 bc	4	
پوسیدگی گلگاه (blossom end rot (%))				
9.18 a	7.63 ab	9.03 a	0	ماده آلی (OM) (ton ha ⁻¹)
8.07 ab	5.02 c	7.03 b	20	
غلظت کلسیم (Ca concentration (%))				
1.77 b	2.15 ab	1.9 ab	0	ماده آلی (OM) (ton ha ⁻¹)
1.02 ab	2.25 a	2.25 a	20	

*ارقام مربوط به هر پاسخ گیاهی در هر ستون و هر ردیف که در یک حرف مشترک هستند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
* Means in a column of each treatment followed by the same letter are not significantly different at P≤0.05.

اثر متقابل ماده آلی و سولفات پتاسیم بر غلظت کلسیم در گیاه هندوانه

در تیمارهایی که اثر متقابل ماده آلی و سولفات پتاسیم بر غلظت کلسیم گیاه بررسی می‌شود، غلظت کلسیم گیاه در همه تیمارهایی که دارای ماده آلی بودند، در مقایسه با تیمارهای بدون ماده آلی افزایش داشت. اما این افزایش معنی‌دار نبود (جدول ۴). همچنین در تیمارهای ترکیبی ماده آلی و سولفات پتاسیم، با افزایش سطح سولفات پتاسیم تا سطح ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، غلظت کلسیم در گیاه افزایش یافت ولی با افزایش میزان سولفات پتاسیم مصرفی به ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار، غلظت آن کاهش پیدا کرد (جدول ۴). نتایج بدست آمده با نتایج گزارش سان و

اثر متقابل ماده آلی و سولفات پتاسیم بر پوسیدگی گلگاه هندوانه

بررسی اثرات متقابل ماده آلی و سولفات پتاسیم نشان داد که درصد پوسیدگی گلگاه در همه تیمارها دارای ماده آلی، نسبت به تیمارهای بدون ماده آلی کاهش معنی‌داری داشت. ولی این کاهش در سطح ۳۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار معنی‌دار نبود (جدول ۴). کاشی و همکاران (Kashi *et al.*, 2004) و کاشی و همکاران (Kashi *et al.*, 1982)، به نتایج مشابهی رسیده‌اند و کاهش تنش رطوبتی را در کاهش میزان پوسیدگی گلگاه هندوانه موثر دانسته‌اند.

ماده آلی رسید که ۳۱/۵ درصد کاهش نشان می‌دهد (جدول ۵). همچنین تغذیه برگ با کلات کلسیم نیز افزایش غلظت کلسیم گیاه و کاهش پوسیدگی گلگاه را موجب شد. در تأیید نتایج این پژوهش، ویل‌میر و ویسرت (Vielmeyer & Weissert, 1990)، بهترین نتیجه را در کاهش پوسیدگی گلگاه در گوجه‌فرنگی با ترکیبی از پتاسیم نترات و کلسیم کلراید که از طریق خاک یا تغذیه برگ مصرف شد، بدست آوردند. کاشی و همکاران (Kashi *et al.*, 1982). با بررسی اثر مالچ سیاه بر پوسیدگی گلگاه هندوانه گزارش کردند که مالچ بعنوان عامل حفظ رطوبت خاک و جلوگیری از تنش‌های رطوبتی موجب کاهش معنی‌دار درصد پوسیدگی گلگاه شد.

همکاران (Sun *et al.*, 2013) مبنی بر اثرات ماده آلی و پتاسیم بر غلظت کلسیم گیاه و پوسیدگی گلگاه میوه در گوجه‌فرنگی مشابه می‌باشد.

اثر متقابل ماده آلی و محلول‌پاشی کلات کلسیم بر پوسیدگی گلگاه هندوانه

در تحقیق حاضر در تیمارهایی که اثر متقابل مصرف ماده آلی و محلول‌پاشی کلسیم بر پوسیدگی گلگاه بررسی شد، تیمارهایی که هم ماده آلی و هم محلول-پاشی کلات کلسیم داشتند، کمترین درصد عارضه پوسیدگی گلگاه هندوانه را داشتند. بطوریکه درصد عارضه پوسیدگی از ۹/۳۶ درصد در تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی کلات کلسیم و مصرف ماده آلی) به ۶/۴۱ درصد در تیمار مرکب محلول‌پاشی کلات کلسیم و

جدول ۵- اثرات متقابل کلسیم و ماده آلی بر عملکرد، درصد پوسیدگی گلگاه میوه و غلظت کلسیم در برگ
Table 5- Interaction between calcium and organic matter levels on yield and blossom-end rot percentage of fruit and calcium concentration in leaf

سطوح ماده آلی (organic matter level) (ton ha ⁻¹)		تیمار (Treatment)	
20	0		
پوسیدگی گلگاه (blossom end rot (%))			
7.0 bc	9.36 a	0	کلات کلسیم (calcium chelate)
6.41 c	7.88 b	4	(g l ⁻¹)

* ارقام مربوط به اعداد هر ستون و ردیف که در یک حرف مشترک می‌باشند طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
* Means in a column of each treatment followed by the same letter are not significantly different at P≤0.05.

یافته است که ۵۲٪ کاهش را نشان می‌دهد (جدول ۶). در تیمار ترکیبی فوق، با افزایش سطح سولفات پتاسیم از ۲۵۰ کیلوگرم به ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار میزان پوسیدگی گلگاه افزایش یافت که علت آن افزایش غلظت K⁺ در محلول خاک و ایجاد رقابت با Ca²⁺ در جذب و کاهش جذب Ca²⁺ بوسیله ریشه بوده است و با افت غلظت کلسیم گیاه، افزایش پوسیدگی گلگاه در میوه توجیه‌پذیر باشد. این نتایج با یافته‌های بوز و کورتز (Bouzo & Cortez, 2012) و لستر و همکاران (Lester *et al.*, 2005)، در گوجه‌فرنگی، فلفل و خربزه مشابه می‌باشند.

اثر متقابل ماده آلی، سولفات پتاسیم و محلول‌پاشی کلات کلسیم بر عملکرد میوه و پوسیدگی گلگاه هندوانه

بررسی اثرات متقابل مصرف ماده آلی، سولفات پتاسیم و محلول‌پاشی کلات کلسیم بر عملکرد و پوسیدگی گلگاه هندوانه نشان داد که تیمار ترکیبی مصرف ۲۰ تن ماده آلی، ۲۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار و محلول‌پاشی کلات کلسیم سبب کاهش معنی‌دار درصد عارضه پوسیدگی گلگاه نسبت به شاهد شده است. بطوریکه میزان این عارضه از ۹/۷۷ درصد در شاهد به ۴/۶۷ درصد در تیمار ترکیبی مذکور کاهش

جدول ۶- اثرات متقابل ماده آلی، کلسیم و پتاسیم بر عملکرد و درصد پوسیدگی گلگاه میوه و غلظت کلسیم، پتاسیم، آهن و روی در برگ

Table 6- Interaction between organic matter, calcium and potassium levels on yield and blossom-end rot percentage of fruit and calcium, potassium, iron and zinc concentration in leaf

غلظت روی Zn concentration (mg kg ⁻¹)	غلظت آهن Fe concentration (mg kg ⁻¹)	غلظت پتاسیم K concentration (%)	غلظت کلسیم Ca concentration (%)	پوسیدگی گلگاه Blossom end rot (%)	عملکرد Yield (ton ha ⁻¹)	تیمار Treatment
20.6 c	145.47 g	1.83 e	1.5 c	9.77 ab	32.53 e*	C ₀ M ₀ K ₀
21.67 c	180.6 abcd	2.13 bcde	2.4 a	8.3 abc	38.1 cde	C ₀ M ₀ K ₁
20.5 c	162.87 f	2.4 bcd	1.8 abc	10.0 a	33.07 e	C ₀ M ₀ K ₂
27.5 ab	182.6 abc	1.93 de	2.4 a	7.3 bcd	40.87 cde	C ₀ M ₁ K ₀
24.4 bc	174.53 cde	2.3 bcde	2.2 ab	5.37 de	52.5 ab	C ₀ M ₁ K ₁
22.23 c	169.73 ef	2.5 bc	2.07 abc	8.33 abc	38.13 cde	C ₀ M ₁ K ₂
22.3 c	176.3 bcde	2.0 cde	2.3 ab	8.3 abc	35.6 de	C ₁ M ₀ K ₀
22.4 c	177.3 bcde	2.27 bcde	1.9 abc	6.97 cde	42.33 cde	C ₁ M ₀ K ₁
21.53 c	171.46 def	2.4 bcd	1.73 bc	8.37 abc	36.0 de	C ₁ M ₀ K ₂
29.13 a	184.33 ab	2.1 bcde	2.1 abc	6.77 cde	46.17 bc	C ₁ M ₁ K ₀
29.7 a	187.1 a	2.6 b	2.3 ab	4.67 e	57.1 a	C ₁ M ₁ K ₁
26.73 ab	181.167 abc	3.07 a	1.97 abc	7.8 abc	45.07 bcd	C ₁ M ₁ K ₂

C₀ و C₁ به ترتیب ۰ و ۴ گرم در لیتر کلات کلسیم، M₀ و M₁ به ترتیب ۰ و ۲۰ تن در هکتار کود حیوانی، K₀، K₁ و K₂ به ترتیب ۰، ۲۵۰ و ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم

C₀, C₁ are 0, 4 g/l calcium chelate, respectively, M₀, M₁ are 0, 20 ton ha⁻¹ manure, respectively and K₀, K₁, K₂ are 0, 250 and 350 kg ha⁻¹ potassium sulphate, respectively

*ارقام مربوط در یک ستون از یک تیمار که دارای حروف مشترک هستند، طبق آزمون دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

* Means in a column of each treatment followed by the same letter are not significantly different at P≤0.05.

سطوح ۳/۳، ۶/۶ و ۹/۹ تن کود مرغی در هکتار را بر عملکرد هندوانه مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که مصرف کود مرغی موجب افزایش معنی دار عملکرد شد.

نتیجه گیری کلی

در مناطق گرم و خشک با خاک شنی فقیر و آب آبیاری شور، تولید محصول هندوانه از نظر کمی و کیفی دچار افت شدید می شود که عارضه پوسیدگی گلگاه میوه یکی از مهمترین علل آن می باشد. در این مناطق تبخیر و تعرق بالا، شوری آب آبیاری، ضعف خاک از نظر ظرفیت نگهداری آب، ماده آلی و عناصر غذایی از مهمترین عوامل کاهش عملکرد و کیفیت میوه و تشدید عارضه پوسیدگی گلگاه در هندوانه می باشد. لذا بکارگیری راهکاری در جهت کاهش اثر تنش های محیطی نظیر گرما، شوری و کم آبی علاوه بر تغذیه بهینه برای گیاه هندوانه از اهمیت خاصی برخوردار می باشد.

همچنین در این مطالعه مصرف سولفات پتاسیم، ماده آلی و تغذیه برگی کلات کلسیم چه بصورت جداگانه و چه به صورت ترکیبی، اثر مثبتی بر افزایش عملکرد هندوانه داشت. بررسی اثر متقابل این سه فاکتور بر عملکرد نشان داد که مصرف ۲۰ تن در هکتار ماده آلی، ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و محلول پاشی کلات کلسیم با غلظت ۴ گرم در لیتر بصورت یک تیمار مرکب موجب افزایش معنی دار عملکرد نسبت به شاهد و سایر تیمارها شده است. بطوریکه عملکرد هندوانه از ۳۲/۵۳ تن در هکتار در تیمار شاهد به ۵۷/۱ تن در هکتار در تیمار مرکب فوق الذکر افزایش یافته است که ۷۵/۵ درصد افزایش را نشان می دهد (جدول ۶). به نظر می رسد که بدلیل فقر خاک محل آزمایش از نظر ماده آلی، پتاسیم و کلسیم، اثر مثبت مصرف مواد فوق بر عملکرد و کاهش عارضه پوسیدگی گلگاه هندوانه با توجه به نقش آنها در بهبود تغذیه گیاه و کاهش اثرات منفی تنش های محیطی (گرما، شوری و کم آبی) منطقی باشد. همچنین داودا و همکاران (Dauda et al., 2008)، اثر

به ضریب شوری بالای آنها و شرایط خاک و آب آبیاری در مناطق گرم و خشک، جهت تأمین کلسیم مورد نیاز گیاه برتری داشته و به گیاه صدمه ای وارد نمی‌کند و این از یافته‌های جدید مطالعه فوق می‌باشد. لذا توجه به نتایج و یافته‌های این آزمایش، جهت بهبود کمی و کیفی تولید هندوانه در ایران و دیگر کشورهای مشابه مهم بوده و قابل توصیه می‌باشد.

طبق نتایج این تحقیق، مصرف ماده آلی، پتاسیم و کلسیم در حد بهینه (که برای اولین بار در این آزمایش روی هندوانه مورد بررسی قرار گرفت) نقش کلیدی در افزایش عملکرد و کیفیت هندوانه و به ویژه کاهش عارضه درصد پوسیدگی گلگاه میوه نشان داد. همچنین محلول‌پاشی کود تجاری کلات کلسیم (Ca-EDTA) نسبت به مصرف کودهای کلرید کلسیم و نیترات کلسیم از طریق خاک یا محلول‌پاشی با توجه

References

- Aguyoh J.N., Audi W., Saidi M., and Gao-Qiong L. 2007. Growth, yield and quality response of watermelon subjected to different levels of tithonia manure. *International Journal of Science and Nature*, 1(1): 7-11.
- Alavi A. 1971. Blossom end rot disease. *Journal of Plant Disease*, 7: 22-33.
- Besford R.T. 1978. Effect of potassium nutrition of three tomato varieties on incidence of blossom-end rot. *Plant and Soil*, 50(1-3): 179-191.
- Bot A., and Benites J. 2005. The importance of soil organic matter. FAO publication. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Bouzo C. A., and Cortez S. B. 2012. Effect of calcium foliar application on the fruit quality of melon. Published online: www.notulaeobotanica.ro, 38(3).
- Cakmak I. 2005. The role of potassium in alleviating detrimental effects of abiotic stresses in plants. *Plant Nutrition and Soil Science*, 168: 521-530.
- Charles W.A., and Shomakher P.B. 2005. Blossom-end rot of tomato, pepper and watermelon. Plant Pathology Extension. North Carolina State University Publication. College of Agriculture and Life Sciences.
- Cottenie A. 1980. Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendations. FAO Soils Bull, 38: 70-73.
- Darryl D.W. 2007. Nutrient management for cucurbits: melon, pumpkin, cucumber and squash. Indiana Certified Crop Adviser Program (Indiana CCA Conference). 18-19 December 2007. Marriott East in Indianapolis.
- Dauda S.N., Ajaji F.A., and Nador E. 2008. Growth and yield of watermelon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. *Journal of Agricultural and Social Sciences*, 4(3): 121-124.
- Eskandari F., and Etebariyan H. 1969. Blossom end rot of *Citrullus lanatus* var. Charleston gray. Annual report of plant important diseases investigation. Agriculture Faculty, Tehran University, Iran. (In Persian)
- Galmes J., Pou A., Alsina M.M., Tomas M., Medrano H., and Flexas J. 2007. Aquaporin expression in response to different water stress intensities and recovery in Richter-110 (*Vitis* sp.): Relationship with ecophysiological status. *Planta*, 226: 671-681.
- Goldberg N.P. 1999. Blossom-End Rot. Cooperative Extension Service. College of Agriculture and Home Economics. Guide A- 231.
- Jianming Li., Pute W., Behboudian M.H., Wang Z., Zhirong Z., and Morton A. 2008. Responses of muskmelon to cattle or sheep manure compost mixed with sandy soil. *Journal of Organic Systems*, 3(2): 40-50.
- Kashi A., Marschner H., and Koehn W. 1982. Investigation into blossom end rot in watermelons. Implementation and results of joint agricultural research projects. Inter-University Cooperation. Berlin-Tehran.
- Kashi A., Hosseinzadeh S., Babalar M., and Lessani H. 2004. Effect of black polyethylene mulch and calcium nitrate application on growth, yield and blossom end rot of watermelon. *J. Science and Technology. Agriculture and Nature Resource*, 7(4): 1-10.

- Lester G.E., Jifon J.L., and Rogers G. 2005. Supplemental foliar potassium application during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid and beta- carotene contents. *Journal of American Society Horticulture Science*, 130(4): 649- 653.
- Lester G.E., Jifon L.J., and Donald J.M. 2010. Impact of potassium nutrition on postharvest fruit quality: Melon (*Cucumis melon* L.) case study. *Plant and Soil*, 335: 117-131.
- Malakouti M.J., Shahabi A., and Bazargan K. 2005. Potassium in Iran agriculture. Sana Press, 292p. (In Persian)
- Malakouti M.J., and Tabatabaei S.J. 1998. Necessity of calcium chloride foliar for improving quality and quantity of agricultural products and solve the problem of apple rot in the country. Iran; press Agricultural Research and Education, Karaj. (In Persian)
- Nzanza B. 2006. Yield and quality of tomato as influenced by differential Ca, Mg and K nutrition. MSc thesis. University of Pretoria, 116p.
- Olaniyi J.O., and Tella B.A. 2011. Effects of nitrogen and potassium fertilizers on the growth, seed yield and nutrition values of egusi melon (*Citrullus lanatus*) in Ogbomosho south west Nigeria. *International Research Journal of Plant Science*, 2(11): 328-331.
- Pervez H., Ashraf M., Makhdum M.I., and Mahmood T. 2007. Potassium nutrition of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in relation to cotton leaf curl virus disease in aridisols. *Pakistan Journal of Botany*, 39: 529–539.
- Razavinasab A., Shirvani Tajabadipour A., and Dashti H. 2011. The effect of organic matter on chemical composition and morphology of pistachio. *Journal of Crop Improvement*, 13(1): 31-42.
- Sun Y., Feng H., and Liu F. 2013. Comparative effect of partial root-zone drying and deficit irrigation on incidence of blossom end rot in tomato under varied calcium rates. *Journal of Experimental Botany*, 64(7): 2107- 2116.
- Taylor M.D., Locascio S.J., and Alligood M.R. 2004. Blossom end rot incidence of tomato as affected by irrigation quantity, calcium source and reduced potassium. *HortScience*, 39(5): 1110-1115.
- Vielemeyer H.P., and Weissert P. 1990. Diagnosis of calcium nutrition and blossom end rot in tomatoes. *Garten Bauwissen Schaft*, 55(5): 209-212.
- Vills R., Machglarson B., Graham D., and Jois D. 2003. Post-Harvest Physiology. Rahemi M, translator. Iran: Shiraz University Press, 437p. (In Persian)
- Xiong L.M., Schumaker K.S., and Zhu J.K. 2002. Cell signaling during cold, drought, and salt stress. *Plant Cell*, 14: 165–183.

Effect of Organic Matter, Potassium and Calcium on Yield, Chemical Composition and Blossom-End Rot of Watermelon in a Sandy Soil

Javad Sarhadi^{1*}, Mohamad Feizyan², Khosro Azizi², Hamid Reza Matinfar²

(Received: April 2016 Accepted: September 2016)

Abstract

Iran stands 2nd in the world in watermelon production and export. Kerman province, in southeast of Iran, ranks 1st in the country, but in the recent decade, some factors including drought, soil physical and chemical properties, low quality of irrigation water and lack of optimum and balanced nutrient use has resulted in reduction of quantity and quality as well as blossom end rot (BER) rise in this product. Therefore, an experiment was conducted to assess simultaneous effects of organic matter, potassium and calcium on yield, chemical composition and BER severity of watermelon that is a new study in the region. The experiment was accomplished as factorial in a Randomized Complete Block Design (RCBD) in one of the southeast towns of Iran. Experimental treatments were comprised of organic matter in two levels (0 and 20 ton ha⁻¹ of farmyard manure), potassium sulfate fertilizer in three levels (0, 250 and 350 kg ha⁻¹) and foliar spray of calcium chelate in two levels (0 and 4 g l⁻¹). The results showed that organic matter application and foliar spray of calcium chelate increased yield, calcium, iron and zinc concentration of plants, whereas the severity of BER was declined. Potassium sulfate application caused yield increase, but the rates more than 250 kg ha⁻¹ resulted in reduction of plant calcium, zinc and iron concentration and higher rate of BER.

Keywords: Blossom end rot, Nutrition, Foliar spray, Watermelon

1-PhD Student Soil Science Department, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran

2-Associate Professor of Soil Science, Agriculture faculty, Lorestan University, Iran

* Corresponding author Email: javad.sarhadi2009@gmail.com