بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه فلفل قلمی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی در کشت بدون خاک

صدیقه مردانلو، محمد کاظم سوری[1] و سارا دهنورد

دانشجوی سابق کارشناس ارشد باغبانی دانشگاه تربیت مدرس؛ mardonluo@yahoo.com

استادیار و عضو هیأت علمی گروه علوم باغبانی دانشگاه تربیت مدرس؛ mk.souri@modares.ac.ir

دانشجوی سابق کارشناس ارشد باغبانی دانشگاه تربیت مدرس؛ s.dehnavard@yahoo.com

دریافت: 91/11/15 و پذیرش: 92/11/21

چکیده

فلفل به سبب ارزش بالای تغذیه‌ای امروزه جایگاه خاصی در بین سبزی‌ها دارد. ترکیبات شیمیایی متنوعی در ارزش غذایی میوه فلفل دخالت دارند. یکی از فاکتورهای مؤثر بر کیفیت محصولات، تغذیه و نسبت‌های عناصر غذایی است که بر عملکرد کمی و کیفی تولید شدیداً تأثیر می‌گذارند. پتاسیم یکی از مهمترین عناصر در فیزیولوژی کیفیت محصولات باغی است و مقادیر بالای پتاسیم در محصولات تضمین کننده بسیاری از جنبه‌های کیفی گیاه و میوه می‌باشد. در این پژوهش نقش غلظت‌های 150، 300، 400 و 500 میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم از منبع نیترات پتاسیم و یا سولفات پتاسیم به عنوان تیمارهای اصلی و همچنین غلظت 235 میلی‌گرم بر لیتر به عنوان شاهد بر فاکتورهای کیفی (بیوشیمیایی) فلفل قلمی در شرایط گلخانه‌ای و تحت کشت هیدروپونیک مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد میوه در تیمار 300 میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم محلول غذایی بدست آمد. از نظر طول و قطر میوه با وجود یک روند افزایشی با غلظت‌های پتاسیم، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت. غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی اثرات معنی‌داری بر برخی فاکتورهای بیوشیمیایی کیفیت میوه داشتند. بطوری که از نظر pH میوه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد اما از نظر اسیدیته قابل تیتراسیون غلظت 500 میلی‌گرم بر لیتر افزایش معنی‌داری نسبت به دیگر تیمارها نشان داد. مقدار ویتامین ث و مواد جامد محلول در تیمار 500 و 400 میلی‌گرم بر لیتر افزایش معنی‌داری نسبت به دیگر تیمارها نشان داد. این نتایج بیانگر آن است که گیاه فلفل قلمی برای رسیدن به بیشینه کیفیت میوه نیاز بیشتری به پتاسیم فراتر از مقدار مورد نیاز برای بیشینه عملکرد دارد.

واژه‌های کلیدی: ویتامین ث، عملکرد فلفل، تغذیه گیاه

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: تهران، پیکانشهر، بلوار پژوهش، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، گروه علوم باغبانی

مقدمه

فلفل (Capsicum annuum L.) از مهمترین محصولات سبزی و باغی بوده که به دلیل ارزش تغذیه‌ای تمایل به مصرف آن در سراسر جهان رو به افزایش است. میوه فلفل سرشار از انواع ویتامین‌ها و مخصوصاً ترکیبات آنتی اکسیدانی می‌باشد. آن همچنین منبع عالی از رنگ‌های طبیعی مخصوصاً کارتنوئیدها است (اسمیت و همکاران 2006 و کاسرو و همکاران 2005). اثرات مفید این ترکیبات فیتوشیمیایی در حفظ سلامتی گیاه و انسان عمدتاً مربوط به نقش آن‌ها در خنثی نمودن رادیکال‌های آزاد اکسیژن و کاهش خسارت ناشی از تنش‌های اکسیداتیو (گارسیا پیندا و همکاران 2004) و ممانعت از بروز سرطان (هامس و همکاران 2003) می‌باشد. جدا از این فلفل در درمان بیماری‌هایی چون آسم، سینه درد و سرفه نقش دارد و همچنین در درمان روماتیسم، سوء هاضمه و ناراحتی‌های اعصاب تجویز می‌شود (پیوست، 1384).

عملکرد و کیفیت محصولات مختلف تحت تأثیر ژنتیک و عوامل محیطی است. از بین عوامل محیطی تغذیه گیاه نقشی اساسی در این زمینه دارد. به طور کلی امروزه ارتباط بین غلظت عناصر غذایی با کیفیت میوه به خوبی مشخص شده و در این زمینه تحقیقات زیادی نیز انجام شده است (خوشگفتارمنش، 1386). پتاسیم از مهمترین عناصر ضروری رشد و نمو گیاهی است که بر بسیاری جنبه‌های کیفی محصولات تأثیر مستقیم یا غیر مستقیم دارد (فلاحی و سیمونز، 1996، توگنونی و همکاران، 1999، گرودا، 2005 و کاسرو و همکاران، 2005). این عنصر علاوه بر وظایف فیزیولوژیکی بسیار مهمی که در گیاه بر عهده دارد، در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است (آرانکون و همکاران، 2006 و مارشنر، 1995) و از این رو به نام عنصر کیفیت نامیده می‌شود و همواره در کنار عناصر دیگر مانند نیتروژن و کلسیم یک فاکتور بسیار مهم در کیفیت میوه‌ها محسوب می‌شود (هارتزد و همکاران، 1999). همچنین پتاسیم باعث ایجاد مقاومت به آفات و بیماری‌ها، خشکی و سرمازدگی می‌شود (مارشنر، 1995). گزارش شده است که پتاسیم سبب بهبود اثر منفی استرس شوری (کایا و هیگز، 2003) و بهبود اثر متقابل آمونیوم- پتاسیم (ژو و همکاران، 2002) در فلفل می‌شود.

بررسی پاسخ سبزیجات مختلف به پتاسیم درخاک‌های مختلف نشان می‌دهد که کاربرد کود پتاسیم رشد رویشی و عملکرد، کیفیت و ترکیبات شیمیایی مؤثر بر کیفیت از قبیل مقدار ویتامینC و قند را افزایش می‌دهد. همچنین بیان شده است که به دلیل بهبود عملکرد و کیفیت، بازده اقتصادی کاربرد پتاسیم توجیه پذیر می‌باشد (خیشنگ، 1999). ایشاه و همکاران در سال 1995 افزایش عملکرد در گیاه فلفل را با کاربرد کود پتاسیم گزارش کرده‌اند (ایشاه و همکاران، 1995). در آزمایشی دیگر افزایش عملکرد با افزایش غلظت پتاسیم در محلول غذایی هوگلند در گیاه فلفل گزارش شده است (جانسون و دکوتای، 1996). در بررسی تأثیر سطوح مختلف کلسیم و پتاسیم بر عملکرد و کیفیت میوه فلفل شیرین کولتیوار اورلاندو (Orlando) در سیستم کشت هیدروپونیک نشان داده شد که کاربرد پتاسیم باعث افزایش اسیدیته میوه می‌شود (روبیو و همکاران 2010). کاربرد خاکی و محلول‌پاشی با پتاسیم موجب افزایش عملکرد و پارامترهای کیفی میوه مانند طول و قطر میوه، مقدار ویتامین ث و قند در گیاهان فلفل شده است (البسیونی و همکاران، 2010).

همچنین در خیار و گوجه‌فرنگی گزارش شده است که کاربرد پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و مقدار مواد غذایی میوه دارد (الکرلکی، 2000، گولر و ایبریکر، 2002 و واچاراساک و تاماساک، 2005). گزارش شده است که در بادمجان با افزایش مقدار کاربرد خاکی کود پتاسیم عملکرد و کیفیت محصول (قطر و طول میوه و وزن متوسط میوه) در گیاه بهبود یافت است (فاوزی و همکاران، 2007).

در تحقیقی دیگر نتایج مشابهی از محلول‌پاشی گیاه پیاز بدست آمد (البسیونی و همکاران، 2006). لستر و همکاران (2006) مشاهده کرده‌اند که کاربرد خاکی و برگی پتاسیم در طول نمو میوه خربزه سبب بهبود کیفیت میوه و افزایش مقدار قند، آسکوربیک اسید و مقدار بتا کاروتن شده است (لستر و همکاران، 2006). لین و همکاران (2004) اثر پتاسیم را بر روی کیفیت میوه طالبی در محیط بدون خاک تحت شرایط گلخانه‌ای بررسی کرده و دریافتند که کاربرد پتاسیم در محلول غذایی موجب افزایش غلظت کل قند، مواد جامد محلول، گلوتامیک اسید، آسپاراتیک اسید، آلانین، ترکیبات ولاتیل استات می‌شود (لین و همکاران، 2004).

جدا از عملکرد پایین، محصولات تولیدی ما معمولاً کیفیت مناسبی نیز نداشته و اغلب قدرت رقابت در بازارهای جهانی ندارند. با توجه به نقش بی بدیل پتاسیم در کیفیت و فاکتورهای کیفی محصولات، و بعلاوه اینکه غلظت بهینه پتاسیم جهت ارتقاء کیفیت میوه فلفل (قلمی) هنوز بطور واضحی مشخص نیست، پژوهش حاضر با

هدف بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم بر ویژگی‌های کیفی فلفل قلمی تحت سیستم کشت هیدروپونیک و در شرایط گلخانه‌ای انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس طی سال 1390و 1391 انجام گرفت. به منظور مطالعه تأثیر غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی بر عملکرد و فاکتورهای کیفی میوه فلفل قلمی *(Capsicum annuum* (var crusador، این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با 5 سطح پتاسیم 150، 235، 300، 400 و 500 میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم و در پنج تکرار تحت سیستم کشت بدون خاک صورت گرفت. غلظت 235 میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم که غلظت محلول اصلی هوگلند می‌باشد، به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. ترکیب محلول غذایی مورد استفاده فورمولاسیون محلول غذایی هوگلند (هوگلند و آرنون، 1950) با اندکی تغییرات بود. در این پژوهش هر تکرار برابر یک گلدان و هر گلدان حاوی دو گیاه بود. جهت اعمال تیمارهای مختلف غلظت پتاسیم از نیترات پتاسیم و سولفات پتاسیم استفاده شد.

بذرهای فلفل در اواخر بهمن ماه در محیط کشت حاوی مخلوطی ازشن، خاک و کود دامی تحت شرایط دمایی نسبتاً ثابت (25-20 درجه سانتی‌گراد) کاشته شدند و تا زمان خروج گیاهچه در داخل بستر با آب معمولی آبیاری شدند. سپس نهال‌ها بعد از جوانه‌زنی در مرحله 5-4 برگی (6 هفته پس از کشت) به بستر کشت اصلی با نسبت‌های حجمی 70% کوکوپیت و 30 % پرلیت منتقل شدند. آبیاری گلدان‌ها تا پایان فصل رشد با محلول‌های غذایی مختلف که حاوی تیمارهای مورد مطالعه بودند بصورت دو بار در روز انجام شد. در طی فصل رشد، مراقبت‌های زراعی لازم به صورت یکسان برای همه گلدان‌ها به عمل آمد.

در طول دوره رشد، میزان عملکرد هر بوته در مراحل مختلف برداشت (رنگ گیری قرمز کامل میوه)، با ترازوی دیجیتالی توزین و از مجموع توزین‌ها عملکرد نهایی (گرم در گلدان) محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری طول و قطر میوه، از هر بوته 5 میوه انتخاب و با استفاده از کولیس دیجیتال مدل Mitutoyo با دقت 0/20 میلی متر طول و قطر اندازه‌گیری شد و میانگین آن‌ها برای آنالیز آماری استفاده شد.

جهت اندازه‌گیری فاکتورهای کیفی میوه از عصاره میوه استفاده شد. 10 گرم از گوشت میوه در هاون چینی له گردید و به تدریج 40 میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. عصاره به دست آمده پس از صاف شدن در لوله فالکن 50 میلی‌لیتری ریخته شد و به مدت 10 دقیقه با سرعت 5000rpm سانترفیوژ شد. قسمت فوقانی محلول سانتریفیوژ شده همه نمونه‌ها جدا شد و به عنوان عصاره میوه برای اندازه‌گیری فاکتورهای مربوطه استفاده گردید.

کل مواد جامد محلول (TSS): از رفراکتومتر (AtagoDR-AL-2001- Japan) برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول در دمای 25 °C استفاده شد. بدین منظور چند قطره از عصاره میوه زیر عدسی دستگاه قرار داده شد و با تنظیم آن، عدد مربوطه قرائت گردید. سپس با استفاده از فرمول زیر مقدار TSS (درجه بریکس) محاسبه گردید (حسینی، 1383)

(1)

$$TSS = \frac{P \times M2}{M1}$$

P- عدد قرائت شده توسط رفراکتومتر

M_1- وزن اولیه نمونه (قبل از رقیق شدن)

M_2- وزن نمونه بعد از رقیق شدن

اسیدیته قابل تیتر اسیون (TA) و pH میوه: 10 میلی‌لیتر از عصاره میوه با آب مقطر به حجم 100 میلی‌لیتر رسانده شد. پس از قرائت pH عصاره با دستگاه pH متر Merton مدل 744 با محلول سود 0/1نرمال تا رسیدن به pH 8/1 تیتر گردید. با استفاده از رابطه زیر TA% محاسبه گردید (جهان بین، 1378).

$$TA\% = \frac{\text{میلی اکی والان وزنی اسید سیتریک} \times 0.1 \times \text{فاکتور رقت} \times \text{میلی لیتر سود مصرفی}}{\text{حجم نمونه}}$$

ویتامین ث: با استفاده از روش یدومتریک اندازه‌گیری انجام شد. بدین منظور 20 میلی‌لیتر از عصاره میوه با 150 میلی‌لیتر آب مقطر، 5 میلی‌لیتر یدید پتاسیم،5 میلی‌لیتراسید کلریدریک و 1 میلی‌لیتر معرف نشاسته درون یک بشر ریخته شد و با استفاده از یدات پتاسیم تیتر شد. عمل تیتراسیون تا ظهور اولین نشانه های تغییر رنگ (آبی تیره) در محلول درون بشر ادامه یافت. سپس با استفاده از حجم یدات مصرفی مقدار ویتامین ث (میلی‌گرم در 100 گرم) محاسبه گردید. (جلیلی مرندی، 1378)

جهت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، نتایج بدست آمده توسط نرم افزار SAS و Excel انجام شد و میانگین‌ها توسط آزمونLSD در سطح احتمال 5 درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

در مطالعه حاضر نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و فاکتورهای کیفی میوه فلفل دارد (جدول 1). از نظر عملکرد حداکثر مقدار (میانگین وزن کل میوه‌ها 178/11 گرم) از تیمار 300 میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم به دست آمد و حداقل عملکرد مربوط به تیمار 150 میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم محلول غذایی (122/02گرم) بود (شکل 1) که تفاوت معنی‌داری را نشان دادند.

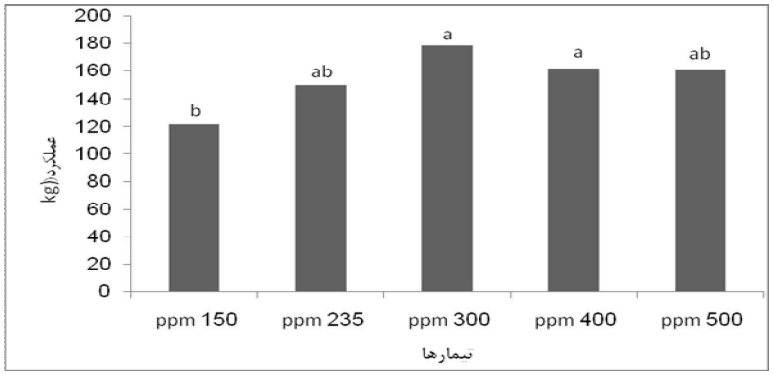
جدول 1- نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی بر عملکرد و فاکتورهای کیفی میوه فلفل قلمی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد	طول میوه	قطر میوه	پ هاش میوه	اسیدیته کل	مواد جامد محلول	ویتامین ث
تیمار	4	2155/78243*	11/2715100ns	0/06659400ns	0/00357600ns	4/38429000*	7/39238045*	285/408681*
خطا	20	885/98752	24/2866780	0/42716400	0/00399400	0/17537200	0/12804129	13/590890
ضریب تغییرات(%)	-	19/26188	4/690083	5/071370	1/234145	6.728380	3/163256	3/448496

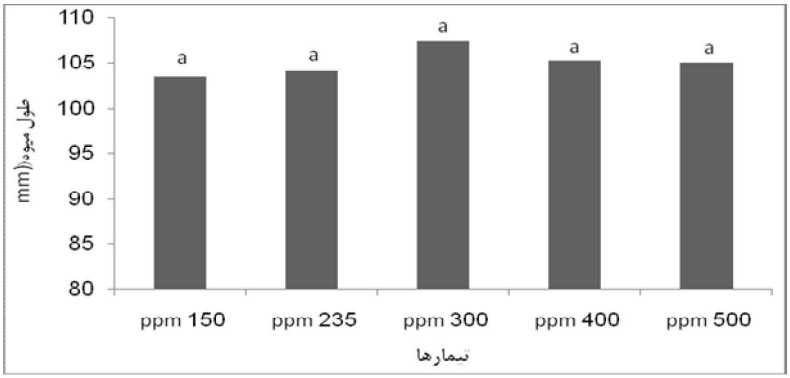
*و ns به ترتیب در سطح احتمال 5% معنی‌دار و غیر معنی‌دار

مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین طول میوه را در غلظت300 میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم (107/42میلی‌متر) و بیشترین قطر میوه را در غلظت 400 میلی‌گرم بر لیتر پتاسیم (12/98میلی‌متر) نشان داد اگرچه بطور کلی از نظر طول و قطر میوه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید. از طرف دیگر کمترین طول و قطر میوه در غلظت150 میلی گرم بر لیتر و به ترتیب 103/49 و 12/69میلی‌متر بود (شکل 2 و 3).

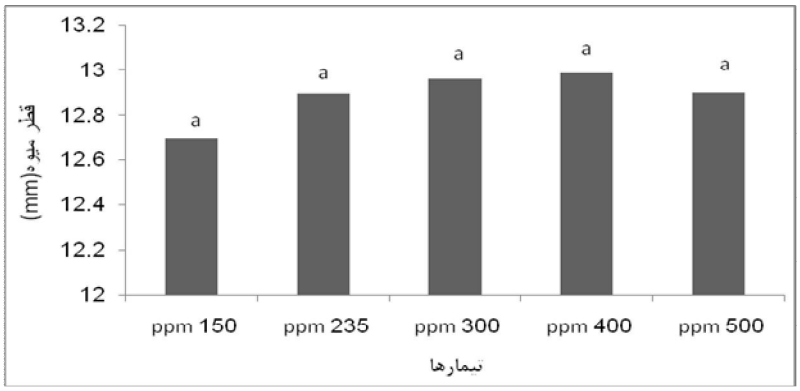
دو فاکتور کیفی pH میوه و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) روند افزایشی نسبتاً مشابهی با افزایش غلظت پتاسیم محلول غذایی نشان دادند، بطوری که حداکثر مقدار این دو فاکتور کیفی در تیمار 500 میلی گرم بر لیتر پتاسیم محلول غذایی مشاهده شد. به هر حال نتایج تجزیه واریانس و همچنین مقایسه میانگین نشان داد که بین تیمارها در مورد pH میوه تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.



شکل 1- تغییرات میانگین عملکرد در غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی در گیاه فلفل قلمی در هر گلدان ستون‌های که دارای حروف مشترک می‌باشند، در سطح 5 درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل 2- تغییرات میانگین طول میوه در غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی در گیاه فلفل قلمی در هر گلدان. ستون‌های که دارای حروف مشترک می‌باشند، در سطح 5 درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

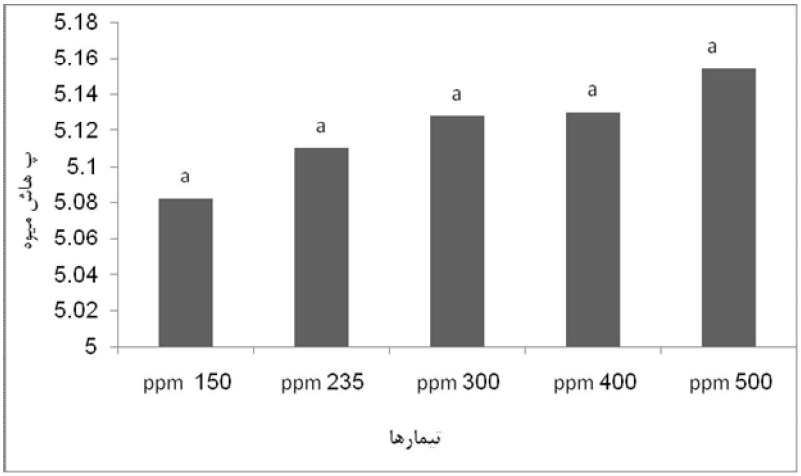


شکل 3- تغییرات میانگین قطر میوه در غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی در گیاه فلفل قلمی. ستون‌های که دارای حروف مشترک می‌باشند، در سطح 5 درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

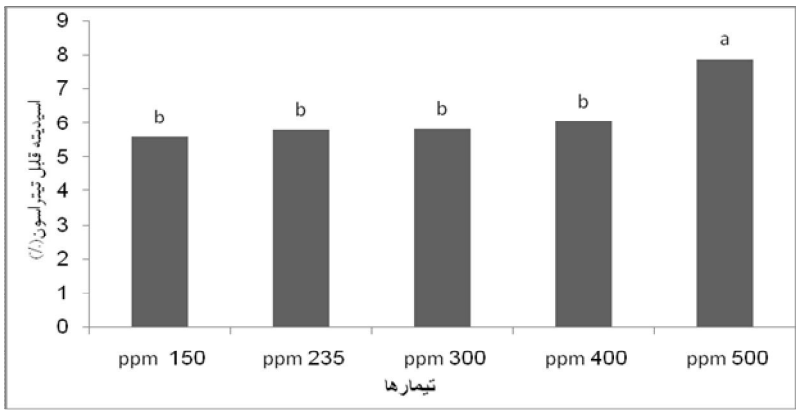
ولی مقایسه میانگین تیمارها از نظر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون نشان داد که تیمار 500 میلی‌گرم بر لیتر افزایش معنی‌داری نسبت به دیگر تیمارها دارد (شکل 4و5). از طرف دیگر کمترین میزان pH (5/08) و همچنین کمترین اسیدیته قابل تیتراسیون (5.58 %) مربوط به تیمار 150 میلی‌گرم بر لیتر بود. نتایج تجزیه واریانس (جدول 1) و همچنین مقایسه میانگین داده‌ها برای مقدار مواد جامد محلول نشان داد که بین تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح 5% آزمون LSD وجود دارد. بطوری که حداکثر مواد جامد محلول در تیمار 500 میلی‌گرم بر لیتر (12/30%) وجود دارد که اختلاف معنی‌داری با دیگر تیمارها نشان می‌دهد. کمترین مقدار آن (9/272 %) در تیمار 150 میلی‌گرم بر لیتر بدست آمد (شکل6).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برای صفت ویتامین ث نیز در سطح 5% تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول 1). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که افزایش غلظت پتاسیم به طور معنی‌داری سبب افزایش مقدار ویتامین ث در میوه شده است به گونه‌ای که بیشترین مقدار ویتامین ث (40/ 118 میلی‌گرم در 100 گرم بافت تازه میوه) در تیمار 500 میلی گرم بر لیتر پتاسیم محلول غذایی مشاهده شد که با سایر غلظت‌ها در سطح احتمال 5% تفاوت معنی‌داری نشان داد (شکل 7). از طرف دیگر بین غلظت‌های 150، 235 و 300 میلی گرم بر لیتر تفاوت معنی‌داری در مورد این صفت مشاهده نگردید.

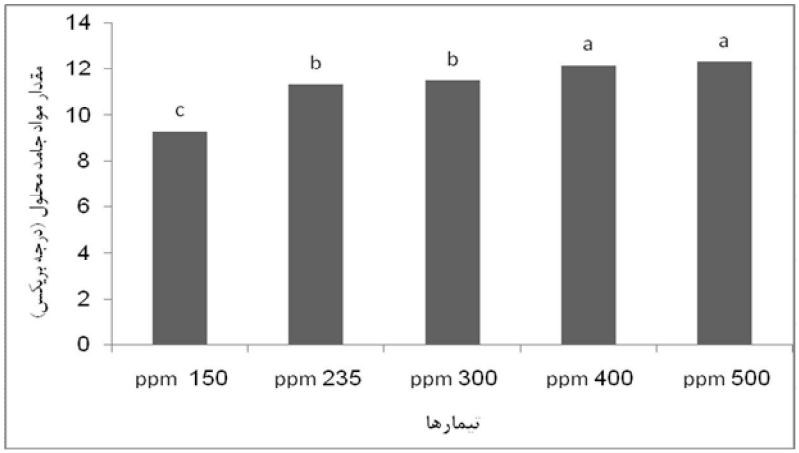
پتاسیم بعد از ازت مهمترین عنصر مؤثر در رشد و نمو، عملکرد و کیفیت محصولات است. این عنصر علاوه بر وظایف فیزیولوژیک بسیار مهم در گیاه، در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است. از این رو به نام عنصر کیفیت نامیده می‌شود و یک فاکتور بسیار مهم در کیفیت میوه‌ها محسوب می‌شود (هارتز و همکاران، 1999).



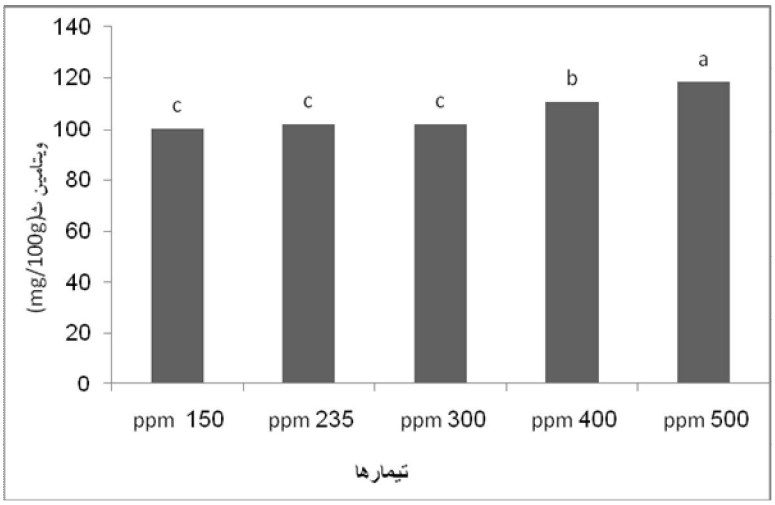
شکل 4- تغییرات میانگین pH در غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی در گیاه فلفل قلمی. ستون‌های که دارای حروف مشترک می‌باشند، در سطح 5 درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل 5- تغییرات میانگین اسیدیته قابل تیتراسیون در غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی در گیاه فلفل قلمی. ستون‌های که دارای حروف مشترک می‌باشند، در سطح 5 درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل 6- تغییرات میانگین مواد جامد محلول در غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی در گیاه فلفل قلمی. ستون‌های که دارای حروف مشترک می‌باشند، در سطح 5 درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.



شکل 7- تغییرات میانگین ویتامین ث در غلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی در گیاه فلفل قلمی. ستون‌های که دارای حروف مشترک می‌باشند، در سطح 5 درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

گرچه در مطالعه حاضر افزایش طول و قطر میوه در فلفل قلمی در حد معنی‌داری نبود (شکل 2 و 3)، ولی افزایش عملکرد و پارامترهای کیفی میوه مانند طول و قطر میوه، مقدار ویتامین ث و قند در محلول‌پاشی گیاهان فلفل دلمه‌ای با پتاسیم گزارش شده است (البسیونی و همکاران، 2010). فرآیند توسعه و بزرگ شدن سلولی طی رشد گیاه بسیار متأثر از مقادیر پتاسیم موجود در گیاه است. در این مورد حتی رابطه بسیار نزدیکی بین پتاسیم و هورمون‌های مؤثر بر رشد در گیاه وجود دارد (مارشنر، 1995 و تایزو زایگر، 2006). گزارش شده است که در بادمجان با افزایش مقدار کاربرد خاکی کود پتاسیم عملکرد و کیفیت محصول (قطر و طول میوه و وزن متوسط میوه) در گیاه بهبود یافت است (فوزی و همکاران، 2007). در تحقیقی دیگر نیز نتایج مشابهی از محلول‌پاشی گیاه پیاز بدست آمد (الباسیونی و همکاران 2006).

مطالعات متعدد نشان می‌دهند که کاربرد خاکی و برگ‌پاشی پتاسیم سبب افزایش رشد رویشی گیاه، عملکرد، کیفیت میوه و ترکیبات شیمیایی ناشی از آن در محصولات مختلف از جمله سبزیجاتی مانند فلفل شیرین (آیشاه و همکاران، 1995) گوجه فرنگی (الکراکی، 2000 و گوپتاوسنگار، 2000) بادمجان (فوزی و همکاران، 2007) و خربزه (لستر و همکاران، 2006) شده است. این عمدتاً به سبب نقش پتاسیم در فیزیولوژی رشد و نمو گیاه مخصوصاً افزایش راندمان فتوسنتزی و سنتز و انتقال مواد هیدروکربنی در گیاه می‌باشد (تیسدال و همکاران، 1985).

در این آزمایش افزایش فاکتورهای بیوشیمیایی کیفیت میوه از قبیل اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول و ویتامین ث متأثر از غلظت‌های پتاسیم محلول غذایی می‌تواند عمدتاً به سبب به نقش پتاسیم در متابولیسم گیاه و فعال سازی آنزیمهای مرتبط باشد. این اثرات پتاسیم می‌تواند به صورت مستقیم یا غیر مستقیم در گیاه بیان شود. پتاسیم در کنار عناصر کیفی دیگر مانند نیتروژن و کلسیم مهمترین نقش را در کیفیت محصولات زراعی و باغی ایفا می‌کند (فلاحی و سیمونز، 1996، توگنونی، 1999 و گرودا، 2005). اگرچه این عنصر بر خلاف سایر عناصر غذایی ضروری جزء اصلی ساختار گیاه نیست، لیکن نقش‌های تنظیمی بسیار مهمی در فعالیت‌های متابولیسمی گیاه عمدتاً به سبب تنظیمات آنزیمی بر عهده دارد. در گیاه آنزیم‌های زیادی که عامل تعیین کننده عملکرد و کیفیت محصول می‌باشند تحت تأثیر پتاسیم قرار می‌گیرند. بیوسنتز ویتامین‌ها مخصوصاً ویتامین ث به عنوان بخشی از متابولیسم ثانویه گیاه به میزان زیادی تحت تأثیر پتاسیم قرار می‌گیرد (ملکوتی، 1384). لستر و همکاران (2006) مشاهده کرده‌اند که کاربرد خاکی و برگساره‌ای پتاسیم در طول نمو میوه خربزه سبب بهبود کیفیت میوه، افزایش مقدار قند وآسکوربیک اسید شده است (لستر و همکاران، 2006).

گزارش شده است که کاربرد پتاسیم اسیدیته قابل تیتراسیون میوه را در فلفل شیرین رقم اورلاندو (Orlando) افزایش می‌دهد (روبیو و همکاران، 2010)، که احتمالاً یکی از نقش‌های این مقدار بالای اسید قابل تیتراسیون در برخی از میوه‌ها پایداری آسکوربیک اسید می‌باشد (مپسون، 1970). گزارش شده است که غلظت بالای پتاسیم در میوه گوجه فرنگی تشکیل اسیدهای آلی را تحریک می‌کند (ویلیام سن، 1996). بطور مشابهی در

گوجه فرنگی افزایش غلظت پتاسیم محلول غذایی موجب افزایش مقدار مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و مقدار اسید آسکوربیک می‌گردد (المسلمانی و همکاران، 2009). وژانگ گزارش کرده است که مقدار ویتامین ث در گوجه فرنگی و فلفل با بالا بردن میزان کود پتاسیم افزایش یافت (وژانگ، 2002). به طور مشابهی لین و همکاران (2004) اثرغلظت‌های مختلف پتاسیم محلول غذایی را بر روی کیفیت میوه طالبی در محیط بدون خاک تحت شرایط گلخانه‌ای بررسی کرده و دریافتند افزایش پتاسیم در محلول غذایی موجب افزایش غلظت مواد جامد محلول در گوشت میوه می‌شود (لین و همکاران، 2004). همچنین در گزارشی‌های دیگری موجب بهبود ترکیبات شیمیایی از طریق افزایش پروتئین و مقدار نشاسته، مواد جامد کل و آسکوربیک اسید شده است (حسن، 2002: خیات و همکاران 2007).

نتیجه گیری

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که با افزایش غلظت پتاسیم محلول غذایی برای کشت فلفل قلمی، عملکرد و فاکتورهای کیفی میوه یک روند افزایشی را نشان دادند. این در حالی بود که افزایش قطر و طول میوه معنی دار نبود ولی عمده اثر غلظت‌های بالای پتاسیم (نسبت به شاهد) برای عملکرد و میزان ویتامین ث میوه بود. این خود اهمیت بیشتر غلظت‌های بالاتر پتاسیم محلول غذایی نسبت به غلظت اولیه در محلول (هوگلند) را می‌رساند که بایستی در سیستم‌های کشت این محصول لحاظ گردد. این عمدتاً به سبب نقش پتاسیم در فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشمیایی گیاه و میوه می‌باشد (هسیو و لوچلی، 1986 و مارشنر، 1995). گرچه برای اعمال غلظت‌های پتاسیم بیشتر از شاهد، از سولفات پتاسیم استفاده شد اما به نظر نمی‌رسد نتایج بدست آمده ه سبب آنیون سولفات باشد چرا که محلول هوگلند خود داری حدود بیش از 2 میلی مول سولفات است. بعلاوه اینکه جذب سولفات بیشتر به صورت غیر فعال بوده و معمولاً کم می‌باشد. نتایج بدست آمده به نظر نمی‌رسد در این تحقیق از نظر عملکرد فلفل قلمی غلظت 300 میلی گرم بر لیتر و از نظر کیفیت غلظت 500 میلی‌گرم بر لیتر بهترین تأثیر را داشتند. لذا با توجه به ملاحظات زیست محیطی و از طرف دیگر مشکلات تشکیل میوه و عملکرد کم در فلفل (در شرایط عادی) غلظت 300 میلی گرم بر لیتر در کشت این نوع فلفل توصیه می‌شود.

فهرست منابع:

۱. پیوست، غ.ع. (1384). سبزیکاری. چاپ چهارم. رشت: دانش پذیر. ص 346

۲. جلیلی مرندی، ر. (1383). فیزیولوژی بعد از برداشت. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه .276 صفحه.

۳. جهان بین، ر.، یاوری، س.، عشقی، س.، تفضلی، ع. (1378). اثر توفوردی و سولفات پتاسیم بر ویژگی‌های کمی و کیفی پرتقال نافی. مجله علوم باغبانی(علوم و صنایع کشاورزی) (20) 22: 112-110.

۴. حسینی، ک.ز. (1373). روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۵. خوشگفتار منش، ا.ح. (1386). مبانی تغذیه گیاه. چاپ اول، مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

۶. شاهویی، ص. (1385). سرشت و خصوصیات خاک. چاپ اول. انتشارات دانشگاه کردستان.

۷. مبلی، م.، پیراسته، ب. (1373). تولید سبزی. دانشگاه صنعتی اصفهان. 877 صفحه.

۸. مسیحا، س.م.، کریمایی ص. مقدم، م. (1378). مقایسه اثر سه محلول غذایی بر میزان رشد و غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم درکاهو با استفاده از سیستم هیدروپونیک. مجله نهال و بذر: 4: 375-389.

۹. ملکوتی، م.ج.، شهابی، ع.ا.، بازرگان،ک. (1384). پتاسیم در کشاورزی ایران. تهران. انتشارات سنا.

10. Aishah, H.S., ZainalAbidin, R., and Ramlan, M.F. 1995. Growth and yield of chilli *(Capsicum annuum*L.) in response to mulching and potassium fertilization. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science. 18(2): 113-117.
11. Al-Karaki, G.N. 2000. Growth, sodium and potassium uptake and translocation in salt streeed tomato. Journal of Plant Nutrition. 23: 369-379.
12. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Lee, S., and Byrne, R. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology. 42(Suppl.1): S65-S69.

13. Bajaj, K.L., Gurdeep, K., Sooch, B.S. 1980. Varietal variation in some important chemical constituents in chilli (Capsicum annuum L.) fruits. Vegetable Science. 7(1): 48-54.
14. Casero, T., Benavides, A., Pay, J., and Recasens, I. 2004. Relationship between leaf and fruit nutrients and fruitquality attributes in Golden Smoothee using multivariate regression techniques. Journal of Plant Nutition. 27: 313-324.
15. El-Bassiony, A.M. 2006. Effect of potassium fertilization on growth, yield and quality of onion plants. Journal of Applied Sciences Research. 2(10): 780-785.
16. El-Bassiony, A.M., Fawzy, Z.F., Abd El-Samad, E.H., and Riad, G.S. 2010. Growth, Yield and Fruit Quality of Sweet Pepper Plants (*Capsicum annuum* L.) as Affected by Potassium Fertilization. Journal of American Science. 6(12).
17. Fallahi, E., and Simons, B.R. 1996. Interrelations among leaf and fruit mineral nutrients and fruit quality in‘‘Delicious’’ apples. Journal of Tree Fruit Production. 1: 15–25.
18. Fawzy, Z.F., El-Nemr, M.A., and Saleh, S.A. 2007. Influence of levels and methods of potassium fertilizer application on growth and yield of eggplant. Journal of Applied Sciences Research. 3(1): 42-49.
19. Garcia-Pineda, E., Castro-Mercado, E., and Lozoya-Gloriaplants, E. 2004. Gene expression and enzyme activity of pepper (*Capsicum annuum*L.) ascorbate oxidase during elicitor and wounding stress. Journal of Plant Science. 166: 237-243.
20. Gruda, N. 2005. Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. Critical Review in Plant Science. 24: 227-274.
21. Guler, S. and H. Ibrikci.2002. Yield and elemental composition of cucumber as affected by drip and furroe irrigation. Acta Horticulturae. 571: 51-57.
22. Gupta, C.R., and Sengar, S.S. 2000. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) to nitrogen and potassium fertilization inacidic soil of Bastar. Journal of Vegetable Science. 27(1): 94-95.
23. Hamss, R.E., Idaomar, M., Alonso-Moraga, A., and Serrano, A.M. 2003. Antimutagenic properties of bell and black peppers. Food and Chemical Toxicology. 41: 41-4.
24. Hartz T.K., Miyao, G., Mullen, R.J., Cahn, M.D., Valencia, J., Brittan, K.L. 1999. Potassium requirements for maximum yield and fruit quality of processing tomato. Journal of the American Society for Horticultural Science. 124: 199-204.
25. Hoagland D.R., and Arnon D.I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. Circ. 347. Univ. of Calif. Agric. Exp. Station, Berkley.
26. Hsiao, C., and Läuchli, A. 1986. Role of potassium in plant-water relation.In:Advances in plant nutrition 2nd ed., pp. 281-312., Tinker and A. Läuchli (eds.). Praeger, New York
27. Iwai, K.; Suzuki, T.; Fujiwake, H. 1979. Formation and Accumulation of Pungent Principle of hot pepper fruits, capsaicin and its analogs, in capsicum- annuum var annuum cv karayatsubusa at different growth- stages after flowering. Agricultural and Biological Chemistry. 43(12): 2493-2498.
28. Johnson, C.D., and.Decoteau, D.R. 1996. Nitrogen and potassium fertility affects jalapeño pepper plant growth, pod yield, and pungency. HortScience.31: 1119-1123.
29. Kaya, C., Higgs, D. 2003. Supplementary potassium nitrate improves salt tolerance in bell pepper plants. Journal of Plant Nutrition. 26: 1367-1382.
30. Lester, G.E., Jifon, J.L., and Makus, D.J. 2006. Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactant can enhance netted muskmelon quality. HortScience. 41(3): 741-744.
31. Lin, D., Huang, D., and Wang, S. 2004. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture. Scientia Horticulturae. 102: 53-60.
32. Mapson, L.W. 1970. Vitamins in fruits. In: A.C. Hulme (Ed.), Biochemistry of fruits and their products. London: Academic Press. 369-383.

33. Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higherplants. 2nd Edition. Academic press, London, pp: 889.
34. Rubio, J.S., Garcia-Sanchez, F., Flores, P., Navarro, J.M., and Martinez, V. 2010.Yield and fruit quality of sweet pepper in response to fertilization with Ca^{2+} and K^{+}. Spanish Journal of Agricultural Research. 8(1): 170-177.
35. Smith. D., Stommel, J.R., Fung, R.W.M., Wang, C.Y., and Whitaker, B.D. 2006. Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. Postharvest Biology and Technology. 42: 243-247.
36. Tisdale, S.L., Nelson, W.L., and Beaton, J.D. 1985. Soil Fertility and Fertilizers. 4th Ed., Macmillan Pub. Co., NewYork.
37. Tognoni, F., Pardossi, A., and Serra, G. 1999. Strategies to match greenhouses to crop production. Acta Horticulturae. 481:451–461.
38. Watcharasak, S. and Thammasak, T. 2005. Effect of nitrogen and potassium concentration in fertigation on growth and yield of cucumber. Kamphaengsaen Academic Journal. 3: 18-29.
39. Willumsen, J., Petersen, K., and Kaack, K. 1996. Yield and blossom-end rot of tomato as affected by salinity and cation activity ratios in the root zone. HortScience.71(1): 81-98.
40. Xisheng, G., 1999. Study on the K fertilizer responses of vegetables. Journal of Anhui Agricultural Sciences. 4:045.
41. Xu, G., Wolf, S., and Kafkafi, U. 2002. Ammonium and potassium interaction in sweet pepper. Journal of Plant Nutrition. 25: 719-734.