پانزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۶ تا ۸ شهریور ۱۳۹۶ محور مقاله: شیمی و حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه

تاثیر سطوح مختلف نیتروژن، پتاسیم و فسفر بر جذب عناصر ماکرو توسط گیاه توت فرنگی در مراحل مختلف رشدی در کشت هیدروپونیک

پریسا مشایخی و علیرضا مرجوی
اعضای هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

چکیده

به منظور بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف نیتروژن، پتاسیم و فسفر بر میزان جذب عناصر غذایی پر مصرف توسط گیاه توت‌فرنگی رقم سلوا در کشت هیدروپونیک، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل عناصر نیتروژن در سه سطح ۱۰۰ ، ۱۳۰ و ۱۶۰ ، فسفر در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ و پتاسیم در سه سطح ۱۹۰،۱۶۰ و ۲۲۰ میلی گرم در لیتر بودند. نمونه برداری طی دو مرحله، پایان مرحله رشد رویشی و پایان مرحله میوه‌دهی گیاه انجام شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف تاثیر معنی‌داری بر جذب عناصر غذایی پر مصرف در اندام هوایی گیاه در هر دو مرحله رشد رویشی و میوه‌دهی و همچنین عناصر جذب شده توسط میوه داشتند. همچنین جذب عناصر غذایی توسط میوه با افزایش سطوح تیمارها به دلیل بالا رفتن شوری محلول غذایی کاهش یافت.

واژه های کلیدی: توت فرنگی، جذب، عناصر ماکرو، محلول غذایی

مقدمه

امروزه تولید محصولات در محیط های کنترل شده گلخانه‌ای، به دلیل افزایش تقاضا برای تولید محصول بیشتر با کیفیت بالاتر و خارج از فصل، با سرعت چشمگیری رو به افزایش است. دراین میان بهره‌گیری از روش‌های آبکشت و در آینده هواکشت، امکان افزایش عملکرد و کیفیت محصولات را درگلخانه‌ها فراهم آورده است (ملکوتی،۱۳۸۴). موفقیت یا شکست در پروژه کشت هیدروپونیک اساسا بستگی به برنامه صحیح مدیریت محلول غذایی آن دارد (Johnson et al., 2010).

وضعیت تغذیه گیاه توت فرنگی علاوه بر عملکرد ، به شدت کیفیت و ماندگاری محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در رابطه با تغذیه گیاه توت فرنگی در سیستم هیدروپونیک اطلاعات پراکنده‌ای موجود است که از جمله آنها می‌توان به پژوهش‌های صورت گرفته در دانشگاه فلوریدا اشاره نمود (Biksa, 2006) که بر اساس آن محلول غذایی مناسب برای کاشت توت فرنگی به صورت زیر ذکر شده است: ۸۰ ppm نیتروژن، ۵۰ ppm فسفر، ۸۵ ppm پتاسیم، ۹۵-۱۰۰ ppm کلسیم، ۵۰ppm منیزیم، ۵۶ ppm گوگرد، ۲/۸ppm آهن، ۰/۶ppm بور، ۰/۴ppm منگنز، ۰/۱ppm مس، ۰/۲ppm روی و ۰/۰۰۳ppm مولیبدن.

توت‌فرنگی در مراحل مختلف رشد خود نیازهای غذایی متفاوتی دارد. به گونه‌ای که وقتی که بوته‌ها جوان هستند، محلول غذایی رقیق‌تر بوده و موقع گلدهی و میوه‌دهی ،غلظت عناصر غذایی افزایش می‌یابد. برای مثال Pirot et al (2003) در یک مطالعه گلخانه‌ای محلول غذایی مناسب برای مرحله رشد رویشی را محلولی شامل مقادیر ۵/۵، ۱/۱۱، ۱/۵، ۰/۵، ۳/۵، ۴/۵ و ۱/۵ میلی‌مول در لیتر برای یون‌های نیترات، فسفات، سولفات، آمونیوم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم و در مرحله گلدهی / میوه دهی برابر با ۱۱، ۱/۵، ۱/۵، ۰ ، ۵/۵، ۳/۵ و ۱/۵ میلی‌مول در لیتر معرفی نمودند.

غلظت عناصر غذایی جذب شده توسط گیاه در مراحل مختلف رشد متفاوت است. Monard and Lacroix (1989) تاثیر زمان نمونه برداری بر غلظت عناصر غذایی پر مصرف در توت فرنگی را به صورت زیر ارائه دادند (جدول ۱). انجام اطلاعات لازم برای مدیریت صحیح کشت هیدروپونیک توت فرنگی با توجه به توسعه روز افزون آن در کشور یکی از ضروریات تولید این محصول به شمار می آید. از جمله ارقام متداول توت‌فرنگی که در اصفهان کشت می‌شود، رقم سلوا است. امروزه فرمول‌های

کودی متفاوتی در نقاط مختلف توسط کشاورزان مورد استفاده قرار می‌گیرد. از آنجا که ویژگی‌های اقلیمی مناطق مختلف بر احداث گلخانه و کشت‌های گلخانه‌ایی اثرگذار است، بنابراین لازم است فرمول‌های کودی موجود، در سایر مناطق نیز بهینه‌سازی شوند. با توجه به نقش بسیار مهم سه عنصر اصلی پر مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در صفات رویشی و ویژگی‌های میوه توت-فرنگی این تحقیق با هدف بررسی تاثیر غلظت‌های مختلف عناصر مذکور بر میزان جذب عناصر غذایی پر مصرف توسط گیاه توت‌فرنگی در شرایط منطقه اجرا شد.

جدول ۱- غلظت عناصر غذایی پر مصرف در برگ توت فرنگی در مراحل مختلف نمونه برداری

تاریخ نمونه برداری	%				
	Mg	Ca	K	P	N
گلدهی	۰/۲۷	۱	۲/۰۶	۰/۳۵	۳/۵۸
میوه دهی	۰/۲۴	۰/۸۷	۱/۷۶	۰/۲۷	۲/۷۱
پس از برداشت	۰/۲۶	۱/۰۲	۱/۷	۰/۲۹	۲/۲۵

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل عناصر پر نیاز نیتروژن در سه سطح ۱۰۰ ، ۱۳۰ و ۱۶۰ میلی‌گرم در لیتر از منبع نیترات آمونیوم، فسفر در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از منبع پتاسیم دی هیدروژن فسفات و پتاسیم در سه سطح ۱۹۰،۱۶۰ و ۲۲۰ میلی‌گرم در لیتر از منبع سولفات پتاسیم بود. محیط کشت به کار رفته در این مطالعه مخلوط کوکوپیت و پرلیت(به ترتیب به نسبت ۷۰ و ۳۰ درصد) و رقم مورد استفاده رقم سلوا (به عنوان یکی از ارقام متداول در استان اصفهان) بود. سایر عناصر مورد نیاز گیاه از جمله عناصر میکرو و عناصر کلسیم و منیزیوم با توجه به مقدار متوسط ارائه شده در منابع موجود به صورت کلسیم ۱۵۰، منیزیم ۵۰ ، مس ۰/۵، آهن ۵، روی ۲۵/ ۰، منگنز ۲ ، بور ۰/۵ و مولیبدن ۰۰۵/ میلی گرم در لیتر (Biksa, 2006) تامین شد. هر واحد آزمایش شامل سه عدد گلدان بود. مدت زمان و میزان آبیاری بر اساس دما و رطوبت گلخانه و دوره رشد گیاه به نحوی تنظیم شد که بستر گیاه همواره در حالت Fc باشد. نمونه‌برداری در پایان مرحله رشد رویشی و مرحله میوه‌دهی انجام شد. نمونه‌های گیاهی (اندام هوایی و میوه‌ها به صورت جداگانه) پس از وزن شدن ، با استفاده از آب مقطر شستشو و تا زمانی که وزن خشک آنها ثابت شود در آون قرار داده شدند (در دمای ۷۰ درجه به مدت ۴۸ ساعت). اندام هوایی و میوه‌های خشک شده آسیاب و برای اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی مختلف مورد تجزیه گردیدند. غلظت عناصر غذایی مختلف در اندام هوایی گیاه و میوه، پس از هضم نمونه ها با کمک اسید سولفوسالیسیلیک اندازه‌گیری شد. در پایان داده‌های به دست آمده با استفاده از مدل آماری SAS پردازش شده و در صورت معنی دار شدن صفات مورد بررسی مقایسه میانگین ها انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر تیمارهای مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در محلول غذایی و نیز اثرات متقابل این عناصر با یکدیگر، بر میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم موجود در اندام هوایی گیاه توت فرنگی در مرحله رشد رویشی گیاه در سطح ۱درصد معنی دار بوده است (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان عناصر پرنیاز در اندام هوایی گیاه تو ت فرنگی در مرحله رشد رویشی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		N	P	K	Mg	Ca
N	۲	**۳/۹۳	**۱/۳	**۰/۲۱	ns۰۰۰	**۱/۳۸
P	۲	**۱/۰۵	**۲/۰۵	**۰/٤۹	**۰/۰۰	**۱/٦۳
K	۲	**۱/۸۳	**۱/٦۰	**۱/۱۳	*۰/۰۰	**۱/۰۵
N*P	٤	**۰/۲۹	**۱/۲۸	ns۰/۰۲	ns۰	**۰/۹۹
N*K	٤	*۰/۲	**۰/٤۹	**۰/٤۱	ns۰	**۰/۱٤
P*K	٤	**۱/۰۸	**۱/۳۰	**۰/۱٦	*۰/۰۰	**۱/۱۰
N*P*K	۸	**۰/۰۹٦	**۰/٤۲	**۰/۱۱	ns۰	**۰/۰٦
خطا	٤۲	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۲۱	۰	۰/۰۱
ضریب تغییرات		۱۱/۱۲	۱۰/۰۸	۷/۸۳	۳/٦۱	۱۲/۲۹

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و nsغیر معنی دار

نتایج تجزیه واریانس در مرحله میوه‌دهی نیز نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار (در غالب موارد در سطح ۱ درصد) تیمارهای مختلف بر میزان عناصر پرنیاز شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیوم اندازه‌گیری‌شده در اندام هوایی گیاه تو ت-فرنگی و نیز معنی‌دار بودن اثرات متقابل آنها بر غلظت عناصر مذکور در اندام هوایی گیاه بود (جدول۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان عناصر پرنیاز در اندام هوایی تو ت فرنگی در مرحله میوه دهی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		N	P	K	Mg	Ca
N	۲	**٤/٤۵	**۰/۱٦	ns۰/۰۷	**۱/۵۵	**۰/۳۹
P	۲	**۱/۲۲	**٤/۵۰	**۰/۳۵	**۱۰/۱٤	**۵/٤٤
K	۲	**۲/۰۱	ns۰/۰٦	**۱/۲٤	**۱/٤٤	**۰/۸۵
N*P	٤	**۰/۵۹	**۰/۳٤	*۰/۱۸	ns۱/۵۱	**۰/۵۰
N*K	٤	**۰/۲۱	**۰/۱۲	**۰/۳۸	ns۰/۱۵	**۰/۲۳
P*K	٤	**۱/۳۵	**۰/۱۱	**۰/۱۷	**۱/۳۰	**۱/۳۰
N*P*K	۸	**۰/۱۲	*۰/۰۵	*۰/۱۹	**۰/۲۲	**۰/۸۳
خطا	٤۲	۰/۰۸	۰/۰۲	۰/۰٦	۰/۰۰	۰/۰۱
ضریب تغییرات		۱۵/۰۹	۱۳/۲۲	۱۱/۵۵	۱/۲۱	۱۰/۸٦

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی دار

بررسی مقایسه میانگین‌های مرکب سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای عناصر پرمصرف اندازه‌گیری شده در اندام هوایی گیاه توت فرنگی براساس آزمون دانکن، در مرحله رشد رویشی در جدول ۵ آورده شده است. مطابق جدول ۵ بیشترین میزان نیتروژن در اندام هوایی در مرحله رشد رویشی در تیمارهای حاوی بالاترین سطح نیتروژن(۱۶۰ میلی‌گرم در لیتر) به جز تیمارهای N160P100K190 و N160P100K220 مشاهده شد. به نظر می‌رسد در این دو تیمار وجود سطوح بالای عناصر غذایی با افزایش شوری در محیط تاثیر منفی بر جذب گیاه دارد. در مرحله میوه‌دهی نیز تقریبا همین روند تکرار شده است. کاهش میزان نیتروژن موجود در اندام هوایی در غلظت‌های بالاتر محلول غذایی می‌تواند به دلیل کاهش جذب گیاه در نتیجه افزایش شوری محلول غذایی باشد. Rahimi and Biglarifard (2011) هم در پژوهش انجام شده بر روی گیاه توت‌فرنگی، به نتایج مشابهی رسیدند. بیشترین غلظت فسفر در اندام هوایی در هر دو مرحله رشد رویشی و میوه‌دهی در تیمار

N130P100K160 مشاهده شد. بیشترین میزان پتاسیم در اندام هوایی در مرحله رشد رویشی در تیمارN160P100K220 و در مرحله میوه‌دهی در همه تیمارهایی که حاوی بالاترین سطح پتاسیم (۲۲۰ میلی‌گرم در لیتر) بودند، اندازه‌گیری شد. در مرحله رشد رویشی از نظر غلظت منیزیوم موجود در اندام هوایی، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها دیده نشد. اما در مرحله میوه دهی، تیمار N160P100K220 بالاترین میزان منیزیوم را نشان داد. بیشترین غلظت کلسیم در اندام هوایی در هر دو مرحله رشد گیاه در تیمارهای N130P50K190 و N160P50K190 مشاهده شد. به دلیل شباهت روند موجود در مقایسات میانگین‌ها در دو مرحله رشد رویشی و میوه‌دهی از ارائه جدول مربوط به نتایج مقایسه میانگین‌ها در مرحله میوه‌دهی خودداری شده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم برای عناصر پر مصرف موجود در گیاه توت فرنگی در مرحله رشد رویشی براساس آزمون دانکن

تیمار	N	P	K	Ca
$N_{100}P_{50}K_{160}$	۲/۸۵bcdef	/۸۸jkl	۲/۳٤cdef	۱/۰۲ab
$N_{130}P_{50}K_{160}$	۲/۹۵ bcdef	۱/۰۷ghij	۲/۱۵efg	۱ab
$N_{160}P_{50}K_{160}$	۳/٦۲a	/۹۲ijk	۲/۱fg	۱/۰٤ab
$N_{100}P_{50}K_{190}$	۲/٦٦def	۱/۰۲hijk	۲/۱۷efg	۱/۰۸ab
$N_{130}P_{50}K_{190}$	۲/۷۹cdef	/۸klm	۱/٦h	۱/۱۷a
$N_{160}P_{50}K_{190}$	۳/٦۲a	/۹٦hijk	۲/۱۲efg	۱/۱٤a
$N_{100}P_{50}K_{220}$	۱/٦۵hij	۱/۰۷ghij	۲/۲۳efg	۱/۰٤ab
$N_{130}P_{50}K_{220}$	۱/۸۲hij	۰/٦۵m	۲/٤۷bcde	۰/۸۱bc
$N_{160}P_{50}K_{220}$	۲/۱hi	۰/۷lm	۲/۲efg	۰/۷٦c
$N_{100}P_{75}K_{160}$	۱/۵۱j	۰/۹٦hijk	۲/۷۵ab	۰/۸۹b
$N_{130}P_{75}K_{160}$	۲/۵۹fg	۰/۹۸ hijk	۱/۹٤gh	۰/۷۹bc
$N_{160}P_{75}K_{160}$	۳/۱۷abcd	۱/۲٦efg	۲/۲٦efg	۰/٦۱d
$N_{100}P_{75}K_{190}$	۱/۸۹hij	۱/٤۲de	۲/٦۳abcd	۰/۷۲c
$N_{130}P_{75}K_{190}$	۲/۱۵gh	۱/۳ efg	۲/۰٦fg	۰/۸۳bc
$N_{160}P_{75}K_{190}$	۳/۱۳abcde	۱/۳۳ef	۲/۲efg	۰/٦۹c
$N_{100}P_{75}K_{220}$	۱/۵۵ij	۱/۳ efg	۲/۳defg	۰/۸٦b
$N_{130}P_{75}K_{220}$	۱/۷٤hij	۱/۱۷fgh	۲/۸۲ab	۰/۷۳c
$N_{160}P_{75}K_{220}$	۳/۲۳abc	۱/۱۲fghi	۲/۷abc	۰/۷۵c
$N_{100}P_{100}K_{160}$	۱/۷hij	۱/۳۲ef	۲/۳۸cdef	۰/٦۹cd
$N_{130}P_{100}K_{160}$	۱/۹٤hij	۲/٦a	۲/۱fg	۰/۵٦d
$N_{160}P_{100}K_{160}$	۳/٤ab	۱/٦۱d	۲/٦۳abcd	۰/٦۹cd
$N_{100}P_{100}K_{190}$	۱/۷hij	۱/٦۱d	۲/۳۸cdef	۰/۷۲c
$N_{130}P_{100}K_{190}$	۲/۵۹fg	۲/۱٤c	۲/۷abc	۰/۸٦b
$N_{160}P_{100}K_{190}$	۲/٦۲efg	۲/۲۵b	۲/۲efg	۰/۹۲b
$N_{100}P_{100}K_{220}$	۱/۷٤hij	۱/۹٤c	۲/۸ab	۰/۵۳d
$N_{130}P_{100}K_{220}$	۲/٦۲efg	۲/۲۵b	۲/۷abc	۰/۷۲c
$N_{160}P_{100}K_{220}$	۲/٦۲efg	۲/۰٤c	۲/۸۷a	۰/٦۱d

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار است.

نتایج تجزیه واریانس در مورد تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان عناصر غذایی پرمصرف اندازه‌گیری‌شده در میوه توت‌فرنگی، نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن محلول غذایی بر روی غلظت نیتروژن، فسفر و منیزیوم موجود در میوه تاثیر معنی‌دار (در سطح۱ درصد) داشته است. همچنین تیمارهای مختلف فسفر تاثیر معنی‌داری بر روی غلظت همه عناصر مذکور در میوه

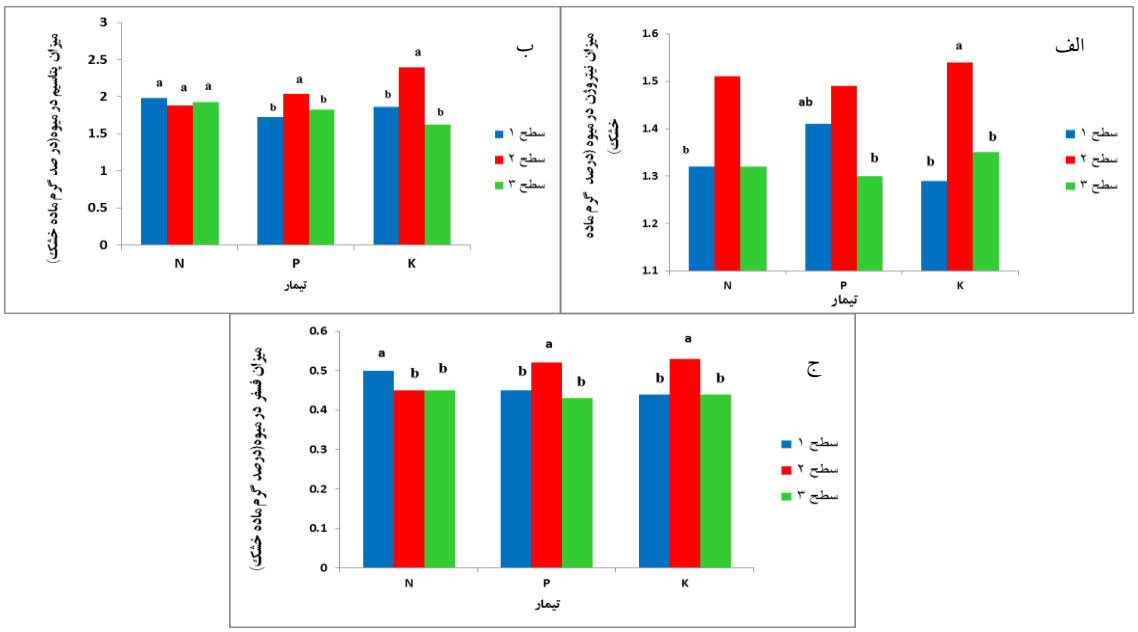
داشت. برای سطوح مختلف پتاسیم و نیز اثر متقابل فسفر و پتاسیم هم این تاثیر به جز کلسیم در سایر موارد معنی دار بوده است (جدول۴). اثرات متقابل تیمارهای مختلف غذایی تنها بر روی میزان نیتروژن جذب شده توسط میوه معنی دار بوده است (در سطح ۱٪).

جدول۴ - نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان برخی عناصر پرنیاز در میوه تو ت فرنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		N	K	P	Mg	Ca
N	۲	۰/۳۷۱**	۰/۱۶۵**	۰/۰۲۴**	۰**	۰/۰۰۲ ns
P	۲	۰/۲۱۵**	۰/۲۱*	۰/۰۳۳**	۰**	۰/۰۱۹**
K	۲	۰/۳۰۱**	۰/۱۲**	۰/۰۴**	۰*	۰/۰۰۴ ns
N*P	۴	۰/۰۳۴**	۰/۱۲۸**	۰/۰۰۵**	۰*	۰/۰۰۱ ns
N*K	۴	۰/۰۶۵**	۰/۱۰۲**	۰/۰۰۴ ns	۰ ns	۰/۰۰۳ ns
P*K	۴	۰/۱۸۴**	۰/۴۲۶**	۰/۰۳۵**	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۵ ns
N*P*K	۴	۰/۰۹۲**	۰/۰۹۸ ns	۰/۰۰۸ ns	۰ ns	۰/۰۰۲ ns
خطا	۵۴	۰/۰۳۳	۰/۰۵۲	۰/۰۰۴	۰	۰/۰۰۲
ضریب تغییرات		۱۳/۱۲	۱۲/۱۲	۱۲/۸۶	۱۱/۰۹	۱۶/۸۷

*و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی دار

بررسی نتایج مقایسات میانگین‌ها نشان داد بیشترین غلظت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در میوه در سطوح دوم هر یک از عناصر مذکور در محلول غذایی بوده است و با افزایش غلظت این عناصر در محلول غذایی میزان جذب آنها در میوه به صورت معنی‌داری کاهش یافته است (شکل۱). این نتیجه در مورد غلظت سایر عناصر غذایی موجود در میوه (مانند کلسیم و منیزیوم) نیز در تیمارهای مختلف، مشاهده می‌شود، بدین صورت که در اغلب موارد با افزایش غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در محلول غذایی، جذب عناصر غذایی توسط میوه افزایش و نهایتا کاهش یافته است



شکل۱- اثر غلظت‌های مختلف نیتروژن، پتاسیم و فسفر محلول غذایی بر جذب این عناصر (نیتروژن (الف)، پتاسیم (ب) و فسفر (ج)) توسط میوه توت‌فرنگی

این مشاهدات با آنچه که Portela et al (2012) در پژوهش‌های خود گزارش نمودند مشابهت دارد. این امر می‌تواند به دلیل به هم خوردن تعادل عناصر غذایی و بالا رفتن شوری در محلول غذایی باشد که مانع از جذب بیشتر عناصر غذایی توسط میوه شده است. Asghari (2015) نیز گزارش کرد افزایش میزان عناصر غذایی در محیط کشت توت فرنگی فقط تا سطح معینی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه اثر مثبت دارد. بنابراین هرچقدر غلظت عناصر موجود در محلول غذایی کمتر باشد، به شرط این که نیاز غذایی گیاه مرتفع شده و به عملکرد آن لطمه‌ای وارد نشود، شوری محیط کشت پایین تر بوده و جذب توسط گیاه بهتر و آسان تر صورت می پذیرد. ضمن این که در استفاده از مقادیر کودی نیز صرفه جویی به عمل خواهد آمد.

منابع

ملکوتی،م. ج. ۱۳۸۴. روش های نوین تامین به موقع عناصر غذایی در گیاهان. انتشارات سنا. ۳۸۸ صفحه. تهران . ایران.

Asghari R. 2015. Effects of nutritional elements level on nutritional characters and phytochemistry of strawberry in hydroculture. Ital. J. Food Sci, 27: 1-5.

Biksa E. 2006. Hydroponic strawberry cultivation. www.maximum yield.com /fullissues/ vol10. num2. can-ptl.

Johnson J.R., Hochmuth G.J. and Maynard D.N. 2010. Soilless culture of greenhouse vegetables. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, 218: 19-22.

Monard P. and Lacroix R.C. 1989. Uptake of macro nutrients by strawberry plant in soilless culture. soilless culture, 5(2):32-45.

Pirot D., Gillioz J.M. and Charlen C.H. 2003. Cultivaited on recycled substrate. Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic, 35(6):381-385.

Rahimi A. and Biglarifard A. 2011. Influence of NaCl Salinity and Different Substracts on Plant Growth, Mineral Nutrient Assimilation and Fruit Yield of Strawberry. Not Bot Horti Agrobo, 39(2):219-226

Portela A., Isabelita P., Roberta M.N. and Rombaldi C.V. 2012. Effect of nutrient concentration on growth, yield and quality of strawberries in hydroponic system. Hortic. Bras, 30: 266-270.

Effect of different levels of nitrogen, potassium and phosphorus on macronutrients uptake by strawberry plant in hydroponic culture

P. Mashayekhi and A. R. Marjovvi

Scientific members of Soil and Water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center. Agricultural Research, Education and Extension organization (AREEO), Isfahan, Iran.

Abstract

To evaluate the impact of nitrogen, phosphorus and potassium concentrations on macronutrients uptake by strawberry cv. ‘Selva’ in hydroponic conditions, an experiment carried out as factorial arrangement in completely randomized design with three replications. Treatments included nitrogen in three levels (100, 130 and 160 mg/l), phosphorus (50, 75 and 100 mg/l) and potassium (160, 190 and 220 mg/l). Sampling was carried out at the end of vegetative and fruiting stages. Results showed that different levels of N, P and K had significant effect on nutrient uptake by plant in both stages and also on nutrient uptake by fruit. Increasing the concentration of N, P and K in nutrient solution causes the decreased in nutrient uptake by fruit due to the salinity of the culture medium.

Key words: Strawberry, uptake, Macro elements, Nutrient solution