نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب) / الف / جلد 30 / شماره 4 / 1395

Archive of SID

تأثیر غلظت‌های مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی توت‌فرنگی در کشت هیدروپونیک

پریسا مشایخی[1] و مریم تاتاری

کارشناس تحقیقاتی بخش تحقیقات آب و خاک، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران: mashayekhi_enj@yahoo.com

استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی- باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران: mtatari1@gmail.com

دریافت: 94/2/27 و پذیرش: 95/9/17

چکیده

به منظور بررسی تأثیر غلظت نیتروژن، پتاسیم و فسفر بر عملکرد و شاخص‌های رشد توت‌فرنگی رقم سلوا در شرایط کشت هیدروپونیک، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. محیط کشت به کار رفته در این مطالعه مخلوط کوکوپیت و پرلیت به ترتیب به نسبت 70% و 30 درصد بود. تیمارها شامل عناصر پر نیاز نیتروژن در سه سطح 100 ، 130 و 160 میلی‌گرم در لیتر از منبع نیترات آمونیوم، فسفر در سه سطح 50، 75 و 100 میلی‌گرم در لیتر از منبع پتاسیم دی‌هیدروژن‌فسفات و پتاسیم در سه سطح ۱۶۰، ۱۹۰ و 220 میلی‌گرم در لیتر از منبع سولفات پتاسیم بودند. نمونه‌برداری در پایان دوره میوه‌دهی انجام شد و وزن تر و خشک اندام هوایی، سطح برگ، وزن میوه، اسید قابل تیتر، مواد جامد محلول، عملکرد و تعداد میوه در بوته ثبت گردید. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که سطوح مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد و شاخص‌های رشد توت‌فرنگی داشتند. تیمار $N_{160}P_{100}K_{190}$ بیشترین وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ را تولید کرد و تیمارهای $N_{130}P_{100}K_{160}$ و $N_{100}P_{75}K_{220}$ بیشترین عملکرد را به ترتیب با میانگین 79/27 و 77/77 گرم در بوته حاصل کردند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. تیمارهای $N_{130}P_{50}K_{220}$، $N_{130}P_{75}K_{190}$ و $N_{130}P_{100}K_{160}$ به ترتیب با میانگین 10/3، 9/38 و 7/65 گرم بیشترین وزن میوه را تولید کردند. میزان اسیدیته قابل تیتر و درصد مواد جامد محلول با افزایش سطوح تیمارهای مورد مطالعه افزایش یافت. به طور کلی تیمار $N_{130}P_{100}K_{160}$ به دلیل تولید توت‌فرنگی با صفات کمی و کیفی مطلوب و نیز به دلیل پایین‌تر بودن سطح عناصر غذایی که منجر به ایجاد شوری کمتری در محیط کشت می‌شود، مناسب‌تر از سایر غلظت‌ها ارزیابی شد.

واژه‌های کلیدی: محلول غذایی، شاخص‌های رشد، عملکرد، عناصر پرمصرف

[1] نویسنده مسئول، آدرس: اصفهان، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، بخش تحقیقات خاک و آب

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی (*Fragaria×ananassa* Duch.) یکی ازمهم‌ترین ریزمیوه‌هایی است که به صورت تازه و نیز به صورت مربا، ژله، دسر و به شکل‌های فرآوری شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. این میوه به دلیل داشتن عناصر مغذی، مقادیر زیاد ویتامین C و سطوح بالای آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی اهمیت بالایی از جنبه سلامتی دارد (تولیپانی و همکاران، 2009). نواحی رشد این میوه در همه جهان گسترش یافته و دوره تولید کوتاه این محصول امکان تولید خارج از فصل آن را برای طرفدارانش فراهم نموده است (ایلجین و همکاران، 2006). با وجود این‌که در گذشته روش عمده کشت توت‌فرنگی، روش خاکی بود، ولی امروزه به دلیل افزایش تقاضا برای تولید محصول بیشتر و با کیفیت بالاتر و خارج از فصل، پرورش‌دهندگان به سمت تولید توت‌فرنگی در گلخانه و کشت بدون خاک روی آورده‌اند. از مزایای این روش کشت می‌توان به امکان کنترل دقیق آب، مواد غذایی و شرایط محیطی اشاره کرد (جانسون و همکارن، 2010). ضمن این‌که کاشت گیاهان در یک محیط غیر خاکی امکان پرورش گیاهان بیشتری را در یک فضای محدود فراهم می‌کند. به طوری‌که در این روش میزان سطح مورد نیاز برای پرورش گیاهان تا 75 درصد کمتر از سیستم خاکی می‌باشد (دیلمقانی حسنلویی و همتی، 1390). همچنین در این سیستم فرصت‌هایی برای تولید پایدار فراهم می‌شود (ترفتز و اومای، 2015). در کشت‌های گلخانه‌ای به خصوص در رابطه با محیط‌های آبکشت، شرایط محیطی از جمله عناصر غذایی تاثیر بسزایی در رشد، نمو و کیفیت گیاهان دارند. در این روش هر عنصر اثر خود را به سرعت نمایان می‌کند، بنابراین باید در انتخاب یا ساخت محلول غذایی دقت کافی مبذول شود (پاپادوپولوس، 1987).

نیتروژن مهم‌ترین عنصر در تغذیه گیاهان است و کمبود آن یکی از عوامل محدود کننده رشد و نمو به حساب می‌آید. مطالعات بی شماری که بر روی بررسی تأثیرسطوح مختلف نیتروژن بر رشد و عملکرد توت‌فرنگی انجام شده است نشان می دهد که پاسخ ارقام مختلف متفاوت می‌باشد (تقوی و همکاران، 2004). ماکون و همکاران (2001) با بررسی تأثیر سطوح نیتروژن از 150 تا 600 میلی‌گرم در لیتر بر محصول ارقام مختلف توت-فرنگی بیان کردند که افزایش سطوح نیتروژن بیش از 150 میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش عملکرد می‌شود. کانتالیف و همکاران (2007) استفاده از سطوح 40 تا 80 میلی‌گرم نیتروژن در لیتر را برای کشت هیدروپونیک توت‌فرنگی رقم فستیوال و دستیابی به عملکرد بیشتر و میوه با کیفیت بهتر توصیه نمودند. فرزانه و همکاران (2009) بیشترین محصول گوجه‌فرنگی را با کاربرد 200 میلی‌گرم در لیتر نیتروژن به دست آوردند. سطوح بالاتر نیتروژن میزان محصول را کاهش داد.

پتاسیم در رشد و توسعه سلول‌های گیاهی، ایجاد تورژسانس سلولی، باز و بسته شدن روزنه‌ها، و سنتز انواع کربوهیدرات‌ها نقش دارد و از این‌رو تأثیر مهمی بر رشد و نمو، عملکرد و کیفیت محصول دارد (گنجه‌ای و گلچین، 1390). بسیاری از فاکتورهای تولیدی و کیفی در توت‌فرنگی متأثر از میزان پتاسیم گیاه و بخصوص میوه است. توت فرنگی به پتاسیم نسبتا زیادی نیاز دارد. این عنصر اثر مثبتی بر اندازه، رنگ و طعم میوه دارد (بهنامیان و مسیحا، 1381). گنجه‌ای و گلچین (1390) گزارش کردند که با افزایش سطوح پتاسیم از عملکرد و وزن تر و خشک اندام هوایی کاسته شد. به توصیه ایشان غلظت 120 میلی‌گرم در لیتر پتاسیم، غلظت مناسب برای افزایش عملکرد توت‌فرنگی رقم گاویتا است. سیدی (1384) اثر چهار نوع محلول غذایی را در سیستم هیدروپونیک روی صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم سیلوا بررسی کرد. نتایج تحقیق ایشان نشان داد که افزایش غلظت پتاسیم تا بیش از سه میلی‌اکی‌والان در لیتر مواد جامد محلول را افزایش داد.

فسفر یکی از عناصر ضروری و پرمصرف است که نقش‌های مهمی را در گیاه بر عهده دارد. زاهدی‌فر و همکاران (1389) گزارش کردند که افزایش فسفر به میزان 60 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک، عملکرد گیاه اسفناج را افزایش داد. به طورکلی افزایش عناصر غذایی در محیط کشت توت‌فرنگی فقط تا سطح معینی اثر مثبت بر خصوصیات کمی و کیفی میوه دارد (اصغری، 2015).

رقم متداول توت‌فرنگی که در اصفهان کشت می‌شود، رقم سلوا است. خصوصیات اقلیمی مناطق مختلف (از لحاظ ارتفاع از سطح دریا، مدت و شدت تابش نور، جهت باد، هدایت الکتریکی آب مورد استفاده و ...) بر احداث گلخانه و کشت‌های گلخانه‌ایی اثرگذار است، بنابراین لازم است فرمول‌های کودی موجود در سایر مناطق نیز بهینه‌سازی شوند. با توجه به نقش بی‌بدیل سه عنصر اصلی پر مصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در صفات رویشی و خصوصیات میوه توت‌فرنگی و نیز با توجه به اینکه حداقل میزان مصرف کودی که نیاز گیاه را برطرف می‌کند اهمیت زیادی دارد، ضروری است غلظت-های مختلف سه عنصر اصلی پرمصرف بر خصوصیات

www.SID.ir

Archive of SID

کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم پر کشت و کار سلوا در شرایط اصفهان بررسی شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آبان ماه سال 1390 در گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان و بر روی نشاهای چهار برگی توت‌فرنگی رقم سلوا که بی تفاوت به طول روز بوده و کشت آن در بیشتر گلخانه‌های هیدروپونیک استان اصفهان متداول است، انجام شد. گلدان‌ها با مخلوط محیط کشت‌های 70 درصد کوکوپیت و 30 درصد پرلیت پر شدند و با محلول‌های غذایی مختلف آبیاری شدند. فاکتورهای مورد مطالعه شامل عناصر پر نیاز نیتروژن در سه سطح 100 ، 130 و 160 میلی‌گرم در لیتر از منبع نیترات آمونیوم، فسفر در سه سطح 50، 75 و 100 میلی‌گرم در لیتر از منبع پتاسیم‌دی-هیدروژن فسفات و پتاسیم در سه سطح ۱۹۰،۱۶۰ و 220 میلی‌گرم در لیتر از منبع سولفات پتاسیم بود.

در طول دوره آزمایش نیاز گیاه به سایر عناصر با 150 میلی‌گرم در لیتر کلسیم از منبع نیترات کلسیم، 50 میلی‌گرم در لیتر منیزیوم از سولفات منیزیوم، 0/5 میلی‌گرم در لیتر مس از سولفات مس، 5 میلی‌گرم در لیتر آهن از سولفات آهن، 0/25 میلی‌گرم در لیتر روی از سولفات روی و 2 میلی‌گرم در لیتر منگنز از سولفات منگنز برطرف شد. همچنین برای تامین بور و مولیبدن به ترتیب 0/5 و 0/005 میلی‌گرم در لیتر اسید بوریک و مولیبدات به کار رفت (بیکسا، 2006).

لازم به ذکر است که در تعیین مقدار عنصر پر مصرف نیتروژن، مقدار تأمین شده این عنصر توسط نیترات کلسیم (تأمین کننده کلسیم) از نیترات آمونیوم کسر گردید. همچنین در تهیه تیمارهای پتاسیم از نمک سولفات پتاسیم، مقادیر افزوده شده این عنصر از نمک پتاسیم دی هیدروژن فسفات (تأمین کننده فسفر) کسر گردید. برای ساخت محلول‌های غذایی ابتدا آب لوله‌کشی شهر تجزیه کامل شد (جدول 1) و مقادیر آنیون و کاتیون-های موجود در آن در محاسبات مربوط به مقادیر مورد نظر عناصر مورد استفاده منظور گردید.

جدول 1- نتایج تجزیه آب لوله کشی شهر

هدایت الکتریکی ds/m	اسیدیته	کربنات meq/l	بیکربنات meq/l	کلرید meq/l	سولفات meq/l	مجموع آنیون‌ها meq/l	کلسیم meq/l	منیزیوم meq/l	سدیم meq/l	مجموع کاتیون‌ها meq/l
0/38	6/9	0	3/2	3	0/6	6/8	2/8	1/2	2/8	6/8

این مطالعه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. هر واحد آزمایش شامل سه عدد گلدان بود. مدت زمان و میزان آبیاری بر اساس شرایط اقلیمی گلخانه (گرما و رطوبت) و دوره رشد گیاه به نحوی تنظیم شد که بستر گیاه همواره در حالت ظرفیت زراعی باشد. حجم محلول غذایی در هر نوبت به گونه‌ای بود که شستشوی اندکی در گلدان‌ها به منظور جلوگیری از افزایش شوری اتفاق بیفتد. طول دوره آزمایش از زمان انتقال نشا به گلدان تا پایان میوه‌دهی در نظر گرفته شد که سه ماه به طول انجامید. طی این مدت دما و رطوبت گلخانه ثبت و کنترل گردید. در این مدت مراقبت‌های زراعی لازم از گلدان‌ها به عمل آمد. دمای گلخانه در روز 20 تا 25 درجه سانتی‌گراد و در شب 20-18 درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. میوه‌های رسیده به طور منظم برداشت شده و میوه‌های هر تیمار وزن و تعداد آنها شمارش گردید. وزن کل میوه‌ها و تعداد کل آنها طی برداشت‌های مختلف در پایان فصل به عنوان عملکرد (گرم در بوته) وتعداد میوه در بوته برای هر تیمار محاسبه گردید. متوسط وزن میوه در بوته محاسبه گردید.

میزان مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر (HSR500 ساخت شرکت آتاگو ژاپن) قرائت شد. عصاره میوه در مجاورت سود یک دهم نرمال با فنل فتالئین تیتر و میزان مصرف اسید غالب توت‌فرنگی که اسید سیتریک می باشد، محاسبه گردید (حسینی، 1382). جهت سنجش سطح برگ از دستگاه سطح برگ سنج (Delta- T ساخت کشور انگلستان) استفاده شد. در پایان آزمایش وزن تر اندام هوایی اندازه‌گیری شده و برای تعیین وزن خشک آنها، این اندام‌ها به مدت 48 ساعت در دمای 70 درجه سانتی‌گراد در آون خشک شدند. داده‌های به دست آمده پس از نرمال شدن طبق فرمول $Y=\sqrt{X+0.5}$ با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه 9/2) پردازش شده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تأثیر عناصر پرمصرف ازت، فسفر و پتاسیم بر صفات اندازه‌گیری شده در میوه توت‌فرنگی نشان داد که اثر متقابل این سه عنصر غذایی بر وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ معنی‌دار بود (جدول 2).

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس تأثیر برخی عناصر پرنیاز بر صفات اندازه‌گیری شده در میوه توت‌فرنگی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		وزن تر اندام هوایی	وزن خشک اندام هوایی	سطح برگ
نیتروژن	2	0/01^{ns}	0/01^{ns}	528/36**
فسفر	2	0/44^{ns}	0/06*	445/55**
پتاسیم	2	3/17^{ns}	1/06^{ns}	39/45^{ns}
نیتروژن^{x}فسفر	4	0/76^{ns}	0/25^{ns}	71/7**
نیتروژن^{x}پتاسیم	4	0/06^{ns}	0/05*	233/9**
پتاسیم^{x}فسفر	4	4/53^{ns}	0/29^{ns}	472/41**
نیتروژن^{x}فسفر^{x}پتاسیم	8	0/40**	0/21**	117/5**
خطا	54	1/36	0/28	17/25
کل	80	-	-	-
ضریب تغییرات (%CV)	-	16/85	16/59	4/44

**، * و ^{ns}: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح 1% و 5% و عدم وجود اختلاف معنی دار

برهم‌کنش غلظت‌های مختلف ازت، فسفر و پتاسیم بر میانگین وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ در جدول 3 آورده شده است. بیشترین مقادیر این صفات در ترکیب $N_{160}P_{100}K_{190}$ به دست آمد. ترکیب ذکر شده با ترکیب $N_{160}P_{100}K_{160}$ برای صفات وزن تر اندام هوایی و سطح برگ اختلاف معنی‌داری نداشتند و در بالاترین سطح قرار گرفتند. در این تحقیق غلظت بالای نیتروژن (160 میلی‌گرم در لیتر) به همراه غلظت بالای فسفر (100 میلی‌گرم در لیتر) و غلظت متوسط پتاسیم (190 میلی‌گرم در لیتر) بیشترین وزن تر اندام هوایی (65/95 گرم)، وزن خشک اندام هوایی (26 گرم) و سطح برگ (110/25 سانتی‌متر مربع) را به خود اختصاص دادند. در پژوهش خلد برین و اسلام‌زاده (1380) نیز افزایش ازت موجب افزایش سطح برگ در بوته شد. در سطوح بالای نیتروژن به علت تولید بیشتر کلروفیل و افزایش میزان فتوسنتز، سطح برگ افزایش می‌یابد. نقش نیتروژن مشارکت در ساخت اندام‌های رویشی مثل برگ‌ها و شاخساره‌ها است. به همین دلیل مصرف زیاد آن باعث تحریک رشد رویشی، افزایش سبزینگی برگ‌ها و به تعویق افتادن تشکیل گل و میوه می‌شود. افزایش غلظت پتاسیم از 160 به 190 میلی‌گرم در لیتر، وزن خشک اندام هوایی را افزایش داد، اما تأثیر معنی‌داری بر وزن تر اندام هوایی و سطح برگ نداشت. به نظر می‌رسد به دلیل اینکه پتاسیم در صفات کیفی میوه نقش پررنگ‌تری دارد، افزایش غلظت آن اثرمعناداری بر وزن تر اندام هوایی و سطح برگ نداشت. کاشی و یازرلو (1388) گزارش کردند که افزایش نیتروژن به بیش از 100 کیلوگرم در هکتار سبب کاهش ماده خشک توت‌فرنگی شد، اما در این تحقیق افزایش غلظت نیتروژن افزایش رشد رویشی را در پی داشت. تعادل عناصر غذایی و اثرات متقابل بین آنها می‌تواند در حصول به نتایج متفاوت دخیل باشد. به هم خوردن تعادل عناصر غذایی و افزایش شوری در محیط ریشه، کاهش فتوسنتز و وزن خشک گیاه را در پی دارد (خوشگفتارمنش، 1386). رشد رویشی گیاه در تیمارهای با افزایش غلظت پتاسیم (220 میلی‌گرم در لیتر) کاهش یافت. گزارش شده که جذب عناصر اصلی غذایی همچون منیزیوم، کلسیم و آمونیوم در نتیجه مصرف زیاد پتاسیم به شدت کاهش می‌یابد (میرمحمدی میبدی و قره-یاضی، 1381). افزایش سطوح پتاسیم در محلول غذایی، با توجه به وجود اثر آنتاگونیستی بین پتاسیم- منیزیم وکلسیم- منیزیم باعث کاهش جذب منیزیم توسط گیاه می‌شود (لوکاسیو و ساکسنا، 1967). از سویی میزان زیاد پتاسیم می‌تواند مانع جذب کلسیم و منیزیم کافی توسط گیاه شود و عکس آن نیز صادق می‌باشد (آوادا، 1978).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3- مقایسه میانگین اثرات متقابل ازت، فسفر و پتاسیم بر وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ

سطوح عناصر (میلی‌گرم در لیتر)	وزن تر اندام هوایی (گرم/بوته)	وزن خشک اندام هوایی (گرم/بوته)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع در هر بوته)
N100P50K160	4/7^{ghi}	9/5^{efg}	81/35^{g}
N100P50K190	46/4^{efg}	8/87^{fghij}	83/03^{fg}
N100P50K220	50/53^{efg}	9/53^{efgh}	102/01^{be}
N100P75K160	33/23^{hij}	6/6^{ijk}	91d^{ef}
N100P75K190	43/43^{fg}	8/63^{ghij}	84/34^{efg}
N100P75K220	61/51^{b}	12/4^{d}	102/15^{ab}
N100P100K160	54/3^{bcde}	23/5^{b}	85/2^{efg}
N100P100K190	23^{l}	4/14^{l}	91^{def}
N100P100K220	23^{l}	7/11^{d}	92/07de
N130P50K160	56/6^{bcd}	11/11^{defg}	82/12^{g}
N130P50K190	30/87^{j}	7/4^{hijk}	89/09^{defg}
N130P50K220	32/3^{ij}	5/83^{kl}	89/09^{defg}
N130P75K160	31/41^{j}	6/23^{jkl}	83/74^{efg}
N130P75K190	51/43^{efgh}	9/9^{efgh}	91^{def}
N130P75K220	46/13^{efg}	9/91^{efgh}	91/09^{def}
N130P100K160	21^{l}	3/9^{l}	89/83^{defg}
N130P100K190	33/23^{hij}	6/4^{ijk}	89/09^{defg}
N130P100K220	19/3^{k}	9/91^{efgh}	89/83^{defg}
N160P50K160	51/5^{cdef}	11^{defg}	91^{def}
N160P50K190	28/48^{j}	6/6^{jkl}	84/07^{fg}
N160P50K220	19/3^{k}	4/14^{l}	85/14^{efg}
N160P75K160	41/53^{gh}	7/67^{ghij}	93/94^{cd}
N160P75K190	54/44^{bcde}	15/3^{c}	89/09^{defg}
N160P75K220	53/76^{bcde}	11/5de	97/2^{bcd}
N160P100K160	60/3^{ab}	23/5^{b}	110/2^{a}
N160P100K190	65/95^{a}	26^{a}	110/25^{a}
N160P100K220	21^{l}	8/5^{ki}	85/24^{efg}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوت هستند در سطح 5 درصد آزمون چند دامنه‌ایی دانکن تفاوت معنی‌دار دارند.

در راستای نتایج پژوهش حاضر، چوی و کیم (2006) گزارش کردند که وزن خشک تولید شده به طور معنی‌داری با افزایش غلظت نیتروژن و فسفر مرتبط بود، اما تحت تأثیر افزایش غلظت‌های پتاسیم قرار نگرفت. لامار و لاریو (1997) نشان دادند که افزایش زیاد غلظت محلول غذایی باعث افزایش شوری محلول غذایی گردید که کاهش وزن خشک اندام هوایی گیاه را به همراه داشت. کاهش وزن خشک اندام هوایی با افزایش غلظت پتاسیم به 220 میلی‌گرم در لیتر در این تحقیق دیده شد. نم و همکاران (2006) میزان بهینه عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در محلول غذایی برای کشت توت‌فرنگی را به ترتیب 30، 1 و 10 میلی مول در لیتر گزارش نمودند. همچنین ایشان بیان نمودند که با افزایش غلظت نیتروژن و فسفر وزن خشک گیاه به صورت معنی داری افزایش یافت، اما افزایش پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر روی این خصوصیت نداشت.

جدول 4 نتایج تجزیه واریانس اثر عناصر ازت، فسفر و پتاسیم را بر خصوصیات عملکردی و کیفی میوه توت‌فرنگی نشان می‌دهد. اثر متقابل سه گانه عناصر یاد شده بر عملکرد بوته، وزن میوه، اسید قابل تیتر و مواد جامد محلول معنی‌دار بود.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس تأثیر برخی عناصر پرنیاز بر خصوصیات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد میوه در بوته	عملکرد بوته	وزن میوه	اسید قابل تیتر	مواد جامد محلول
نیتروژن	2	0/65^{ns}	3/05^{ns}	1/54^{ns}	0/005^{ns}	11/01**
فسفر	2	10/44**	132/19**	45/98**	0/033**	20/97**
پتاسیم	2	0/05^{ns}	1/97^{ns}	1/6^{ns}	0/025**	33/56**
نیتروژن×فسفر	4	1/44*	56/49**	3/94^{ns}	0/001^{ns}	0/77^{ns}
نیتروژن×پتاسیم	4	1/26*	80/74**	7/29**	0/001^{ns}	0/47^{ns}
پتاسیم×فسفر	4	5/19**	119/84**	16/12**	0/009**	0/43^{ns}
نیتروژن×فسفر×پتاسیم	8	0/8^{ns}	49/12*	3/40*	0/001*	0/51**
خطا	42	0/34	2/24	1/34	0/001	0/53
کل	68	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (CV%)	-	18/38	20/7	17/99	6/69	13/59

**، * و ^{ns}: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح 1% و 5% و عدم وجود اختلاف معنی دار

طبق نتایج به دست آمده بیشترین عملکرد بوته در ترکیب غذایی $N_{130}P_{100}K_{160}$ با میانگین 79/27 گرم در بوته به دست آمد. پس از آن ترکیب‌های غذایی $N_{100}P_{100}K_{160}$ و $N_{100}P_{75}K_{220}$ در سطوح بعدی عملکرد قرار گرفتند. استفاده از ترکیب $N_{130}P_{50}K_{220}$ بیشترین وزن میوه را با میانگین 10/3 گرم به دنبال داشت. ترکیب‌های $N_{130}P_{75}K_{190}$ و $N_{130}P_{100}K_{160}$ به ترتیب با میانگین وزن میوه 9/38 و 7/65 گرم ترکیب‌های بهینه بعدی بودند. ترکیب $N_{160}P_{100}K_{220}$ میوه‌هایی با بیشترین مواد جامد محلول و اسید قابل تیتر را تولید کرد (جدول 5).

عملکرد و کیفیت محصولات مختلف تحت تأثیر ژنتیک و عوامل محیطی است. از بین عوامل محیطی، تغذیه گیاه نقش اساسی را در این زمینه دارد (الباسیونی و همکارن، 2010). تیمارهای با غلظت کم و متوسط ازت، وزن میوه و عملکرد بوته را افزایش دادند. غلظت بیشتر نیتروژن سبب کاهش این پارامترها و افزایش مواد جامد محلول و اسید میوه شد. کوتسیراس و همکاران (2005) نشان دادند که افزایش ازت منجر به کاهش میانگین طول، قطر و وزن تک میوه شد. ایشان تحریک رشد رویشی و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به برگ‌ها و شاخساره‌ها و اختصاص مواد فتوسنتزی کمتر به میوه‌ها را دلیل این امر دانستند. افزایش مقدار مواد جامد محلول با بهبود طعم میوه مرتبط است (هانکوک، 1999). طباطبایی و همکاران (2008) گزارش کردند که درصد مواد جامد محلول در گیاهان توت‌فرنگی با افزایش نسبت ازت افزایش می‌یابد. بین غلظت قند و مقدار نیتروژن میوه‌ها ارتباط مستقیمی وجود دارد (لوکاسیو و ساکسنا، 1967). گفته می‌شود با افزایش غلظت عناصر و افزایش سطح شوری به دلیل کاهش در جذب آب و غلیظ شدن کربوهیدرات موجود در میوه، مواد جامد محلول افزایش می‌یابد (کانورسا و همکاران، 2003). در تحقیق دیگری، کاهش غلظت عناصر غذایی پر مصرف، درصد مواد جامد محلول را کاهش داد (پورتلا و همکاران، 2012) که با نتایج تحقیق حاضر هماهنگی دارد. یکی از علل افزایش عملکرد با کاربرد نیتروژن، توسعه مناسب اندام‌های هوایی طی دوره رشد، استفاده مفید از نور خورشید و افزایش مواد فتوسنتزی در گیاه می‌باشد. با افزایش سطح برگ تا حد مطلوب میزان عملکرد بالا می‌رود. در حالیکه افزایش زیاد تعداد و سطح برگ‌ها با مصرف زیاد نیتروژن باعث سایه-اندازی برگ‌ها روی یکدیگر شده و کاهش فتوسنتز، عامل محدودکننده تولید است (خلدبرین و اسلام‌زاده، 1384). کاهش عملکرد با افزایش نیتروژن توسط پاپادوپلوس (1987) و فرزانه و همکاران (2009) نیز گزارش شده است. کانتلیف و همکاران (2007) غلظت 80 میلی‌گرم در لیتر نیتروژن را برای دستیابی به عملکرد و کیفیت بیشتر در آبکشت توت‌فرنگی توصیه نمودند. افزایش غلظت عناصر و تنش شوری خفیف نیز می‌تواند در بسیاری از فرایندهای خاص که برای حصول به حداکثر عملکرد مورد نیاز است، اختلال ایجاد نماید و باعث کاهش عملکرد و تعداد میوه شود. همانگونه که گفته شد اثر متقابل عناصر و نسبت آنها با یکدیگر بیش از اثر هر عنصر به تنهایی در شاخص‌های رشد و عملکرد مؤثر است. پاپادوپالوس (1987) گزارش کرد که مصرف نیتروژن به مقدار 50 میلی‌گرم در لیتر عملکرد توت‌فرنگی را افزایش می‌دهد و عملکرد این تیمار کمی بهتر از تیمار حاوی 100 میلی‌گرم نیتروژن در لیتر است، ولی در سطح بالاتر نیتروژن، یعنی 150 میلی‌گرم در لیتر، عملکرد به

www.SID.ir

Archive of SID

طور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند که با نتایج به دست آمده در این آزمایش مطابقت دارد.

پتاسیم علاوه بر وظایف فیزیولوژیک بسیار مهمی که در گیاه بر عهده دارد، در بهبود کیفیت محصولات کشاورزی نیز جایگاه ویژه‌ایی دارد، از اینرو به نام عنصر کیفیت نامیده می‌شود (آرانکون و همکاران، 2006). میوه‌ها مصرف کننده‌های قوی برای پتاسیم هستند، بنابراین پتاسیم برای به حداکثر رساندن اندازه و کیفیت میوه اهمیت زیادی دارد. در تغذیه بوته‌های توت-فرنگی دادن پتاسیم بهینه بسیار حائز اهمیت است. بسیاری از فاکتورهای تولیدی و کیفی در توت‌فرنگی متأثر از میزان پتاسیم گیاه و بخصوص میوه است به گونه‌ای که اندازه، رنگ و اسیدیته میوه ارتباط مثبتی با میزان پتاسیم دارد (بهنامیان و مسیحا، 1381).

جدول 5- مقایسه میانگین اثر برخی عناصر پرمصرف بر صفات اندازه‌گیری شده

سطوح عناصر (میلی‌گرم در لیتر)	عملکرد بوته (گرم در بوته)	وزن میوه (گرم)	اسید قابل تیتر (میلی‌گرم در 100 گرم میوه تازه)	مواد جامد محلول (درجه بریکس)
N100P50K160	52/74^{ef}	4/5^{ghi}	0/47^{fg}	3^{jk}
N100P50K190	21/68^{j}	4/06^{j}	0/44^{h}	4/33^{ghi}
N100P50K220	56/03^{e}	6/96^{cd}	0/46^{g}	4/33^{ghi}
N100P75K160	19/69^{ik}	4/9^{gh}	0/44^{h}	3/33^{j}
N100P75K190	25/26^{i}	4/25^{hi}	0/47^{fg}	4/67^{g}
N100P75K220	77/77^{ab}	5/77^{ef}	0/44^{h}	5/33^{ef}
N100P100K160	70/12^{c}	6/62^{d}	0/46^{g}	4/33^{ghi}
N100P100K190	57/03^{e}	5/51^{f}	0/53^{cd}	6^{e}
N100P100K220	63/2^{d}	6/1de	0/58^{b}	6/67^{d}
N130P50K160	37/73^{g}	4/95^{gh}	0/45^{gh}	3/33^{j}
N130P50K190	23/07^{ij}	4/9^{gh}	0/47^{fg}	5^{f}
N130P50K220	13/07^{k}	10/3^{a}	0/46^{g}	5^{f}
N130P75K160	15/54^{ik}	4/02^{i}	0/47^{fg}	4/67^{g}
N130P75K190	50/57^{f}	9/38^{b}	0/48^{f}	6/33de
N130P75K220	58/2de	6/2de	0/51de	6/67^{d}
N130P100K160	79/27^{a}	7/65^{c}	0/52^{d}	7/21^{bc}
N130P100K190	53/2^{ef}	5/9^{ef}	0/43^{hi}	4/51^{gh}
N130P100K220	49/6^{f}	4/3^{hi}	0/45^{gh}	4/38^{ghi}
N160P50K160	35/28^{gh}	4/13^{ij}	0/45^{gh}	4^{i}
N160P50K190	24/3^{ij}	3/7^{k}	0/46^{g}	4/33^{ghi}
N160P50K220	7/62^{l}	5/78^{ef}	0/48^{f}	6/33de
N160P75K160	32/92^{h}	5/08^{g}	0/46^{g}	4/33^{ghi}
N160P75K190	50/58^{f}	6/2de	0/46^{g}	7^{bcd}
N160P75K220	58/72de	4/46^{ghi}	0/54^{c}	7/33^{b}
N160P100K160	63/31^{d}	4/23^{hi}	0/49^{ef}	4/67^{g}
N160P100K190	68/85^{cd}	4/18^{hij}	0/5^{e}	7^{bcd}
N160P100K220	66/53^{cd}	4/45^{ghi}	0/67^{a}	8^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف متفاوت هستند در سطح 5 درصد آزمون چند دامنه ایی دانکن تفاوت معنی دار دارند.

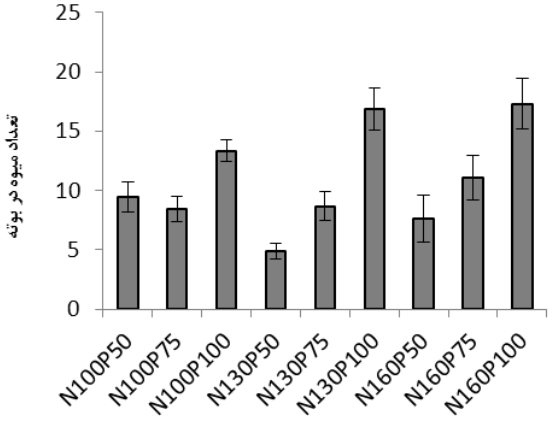
کاربرد خاکی و محلول‌پاشی پتاسیم موجب افزایش عملکرد و پارامترهای کیفی میوه مانند طول و قطر میوه، مقدار ویتامین C و قند در گیاهان فلفل شد (الباسیونی و همکارن، 2010). در بادمجان کاربرد خاکی پتاسیم منجر به افزایش طول، قطر و وزن میوه شد (فاوزی و همکاران، 2007). نتایج مشابهی از محلول‌پاشی گیاه پیاز به دست آمد (الباسیونی، 2006). پتاسیم در خربزه منجر به افزایش میزان قند شد (لستر و همکاران، 2006). کاربرد این عنصر در طالبی افزایش قند کل و مواد جامد محلول را به همراه داشت (لین و همکاران، 2004). فرآیند توسعه

www.SID.ir

Archive of SID

و بزرگ شدن سلولی طی رشد گیاه متاثر 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 (تایز و زایگر، 2006). افزایش فاکتورهای کیفی میوه متأثر از غلظت پتاسیم محلول‌های غذایی می‌تواند به سبب نقش پتاسیم در متابولیسم گیاه و فعال‌سازی آنزیم‌های مرتبط باشد. این اثرات پتاسیم می‌تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم در گیاه بیان شود. پتاسیم در کنار عناصر کیفی دیگر مانند نیتروژن و کلسیم مهم‌ترین نقش را در کیفیت محصولات ایفا می‌کند (گرودا، 2005). در مطالعه انجام شده توسط یاوری و همکاران (2008) افزایش سطوح پتاسیم در گیاه همواره باعث افزایش وزن میوه توت‌فرنگی و کیفیت آن شد که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. به گزارش ابراهیمی و همکاران (2012) افزایش غلظت پتاسیم از 200 میلی‌گرم در لیتر به 300 میلی‌گرم در لیتر بر بسیاری از فاکتورهای کیفی میوه تأثیر مثبت گذاشت، بطوری که بیشترین میانگین وزن میوه و عملکرد بوته در این غلظت از پتاسیم حاصل گردید. در صورتی که در پژوهش حاضر غلظت‌های 160 و 220 میلی‌گرم در لیتر پتاسیم اختلاف معنی‌داری در عملکرد بوته نداشتند. اثر متقابل عناصر و نسبت‌های متفاوت بین آنها در حصول به این نتایج اثرگذار است. مقادیر ناکافی یا بیش بود پتاسیم به طور منفی بر کیفیت و عملکرد میوه تأثیرگذار است (زنگ و برون، 2001). ساروشی و کرسول (1994) طی انجام یک مطالعه به این نتیجه رسیدند که کاهش نسبت پتاسیم به نیتروژن به صورت معنی‌داری وزن میوه و عطر و طعم آن را افزایش می‌دهد. به گزارش ابراهیمی و همکاران (2012) افزایش غلظت پتاسیم از 200 میلی‌گرم در لیتر به 300 میلی‌گرم در لیتر بر بسیاری از فاکتورهای کیفی میوه تأثیر مثبت گذاشته، بطوری که بیشترین تعداد میوه از غلظت 300 میلی‌گرم در لیتر حاصل گردید که این غلظت بسیار بیشتر از غلظت‌های تأیید شده در این آزمایش است.

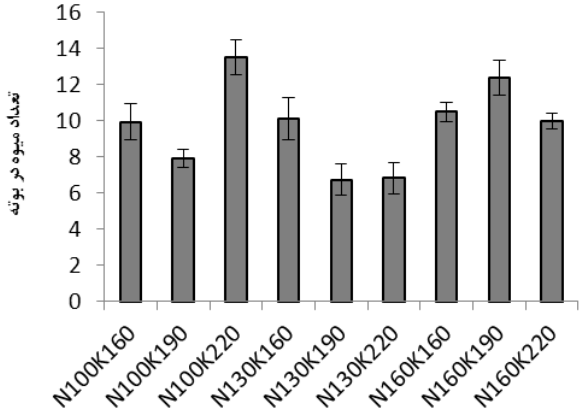
چوی و لی (2012) با انجام تحقیقاتی نشان دادند که مقادیر فسفر بالای 120 میلی‌گرم در لیتر اثرات منفی بر میزان جذب عناصر میکرو و نیز برخی شاخص‌های عملکردی گیاه دارد، در حالیکه زاهدی‌فر و همکاران (1389) با افزایش غلظت فسفر، عملکرد گیاه را افزایش دادند. طبق نتایج پژوهش حاضر افزایش غلظت فسفر، عملکرد بیشتر، مواد جامد محلول و اسید بیشتر میوه را به دنبال داشت. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد میوه در بوته در ترکیب‌های غذایی $N_{130}P_{100}$ و $N_{160}K_{100}$ (شکل 1)، $N_{100}K_{220}$ و $N_{160}K_{190}$ (شکل 2) و $P_{100}K_{160}$ و $P_{100}K_{190}$ (شکل 3) دیده شد.



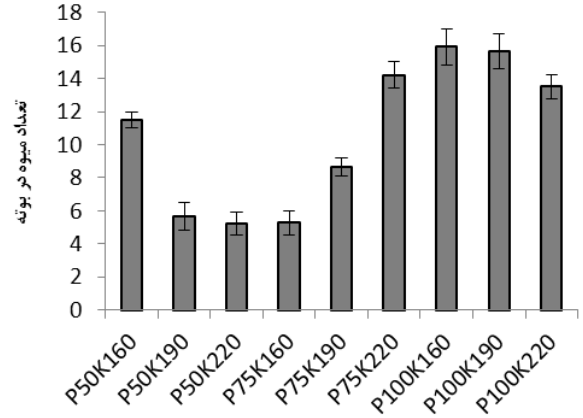
شکل 1- اثر غلظت‌های مختلف ازت و فسفر بر تعداد میوه در بوته

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2- اثر غلظت‌های مختلف ازت و پتاسیم بر تعداد میوه در بوته



شکل 3- اثر غلظت‌های مختلف فسفر و پتاسیم بر تعداد میوه در بوته

طبق نتایج، با بالا رفتن غلظت عناصر غذایی میزان عملکرد، وزن تر و خشک اندام هوایی و سطح برگ کاهش پیدا کرد. این امر می‌تواند به دلیل بالا رفتن شوری در محلول غذایی باشد که مانع از جذب بیشتر عناصر غذایی توسط میوه شده است. با افزایش میزان نیتروژن در ابتدا عملکرد افزایش و با بالاتر رفتن نیتروژن عملکرد کاهش می‌یابد. در واقع بیشترین عملکرد در سطح دوم نیتروژن یعنی 130 میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد و افزایش بیشتر میزان نیتروژن عملکرد را کاهش داد. این مشاهدات با آنچه که ماکون و همکاران (2001) و پاپادوپلوس (1987) در تحقیقات خود گزارش نمودند مشابهت دارد. گنجه‌ای و گلچین (1390) نیز نتیجه مشابهی در رابطه با تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد گیاه توت‌فرنگی ارائه نمودند. به نظر می‌رسد در سطوح بالای عناصر غذایی مورد نظر در محلول غذایی به هم خوردن تعادل عناصر غذایی و افزایش شوری در محیط ریشه باعث کاهش فتوسنتز و وزن خشک گیاه می‌گردد (خوشگفتارمنش، 1386). در ارتباط با فسفر نیز در اغلب موارد بیشترین تأثیر مثبت بر رو شاخص‌های گیاهی مورد ارزیابی در تیمارهای 75 و 100 میلی‌گرم در لیتر فسفر مشاهده شد. کمبود فسفر سرعت رشد را کند کرد و عملکرد را کاهش می‌دهد و اثرات نامطلوبی بر کیفیت میوه دارد. در آزمایش انجام گرفته توسط هوجو و ایتو (1990) در کشت توت‌فرنگی به روش هیدروپونیک بهترین نسبت مورد استفاده در مورد عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت 6:2:4 عنوان شده است. کوییک و اسلانگن (1990) در تحقیق دیگری بهترین نسبت عناصر نیتروژن، فسفر و پتاس را به ترتیب برابر با 15:15:30 گزارش کرد. نسبت توصیه شده در این تحقیق 6/8:5:5 بود.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به نبود فرمول کودی عناصر پرمصرف در شرایط اقلیمی اصفهان برای رقم سلوا، بهترین تیمارها از نظر شاخص‌های مختلف عملکردی گیاه، تیمارهای $N_{130}P_{50}K_{220}$ ،$N_{100}P_{75}K_{220}$ و $N_{130}P_{100}K_{160}$ معرفی شدند. در بسیاری از خصوصیات مورد مطالعه تفاوت معنی داری از نظر آماری بین تیمارهای مذکور مشاهده نشد. مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی در محلول‌های غذایی و

www.SID.ir

Archive of SID

خاک باعث به هم خوردن تعادل عناصر غذایی، آلودگی محیط زیست، افت کیفی محصول و هدر رفتن بخش عظیمی از سرمایه‌های ملی می‌شود. مصرف بیش از حد کودها به‌ویژه کودهای نیتروژنه برای تولید محصولات کشاورزی، سلامت انسان را به مخاطره می‌اندازد، زیرا گیاه مقدار زیادی از نیتروژن را به صورت نیترات جذب می‌کند که می‌تواند سرطان‌زا باشد (کاشکی و غیورباغبانی، 1383). هرچقدر غلظت عناصر موجود در محلول غذایی کمتر باشد، به شرط این‌که نیاز غذایی گیاه مرتفع شده و به عملکرد آن لطمه‌ای وارد نشود، شوری محیط کشت پایین‌تر بوده و جذب توسط گیاه بهتر و آسان‌تر صورت می‌پذیرد. ضمن این‌که در استفاده از مقادیر کودی نیز صرفه‌جویی به عمل خواهد آمد، لذا به نظر می‌رسد که فرمول غذایی $N_{130}P_{100}K_{160}$ با توجه به مطلوبیت‌بیشتر و دارا بودن غلظت پایین‌تری از عناصر مناسب باشد. نسبت‌های مذکور به نسبت‌هایی که توسط پیروت و همکاران (2003) ارایه شده است، نزدیک است. اگر چه میزان مواد جامد محلول و اسید میوه در بالاترین غلظت از این سه عنصر به دست آمد، ولی میوه‌های توت‌فرنگی در این غلظت نیز دارای قند و اسید قابل قبولی بودند.

فهرست منابع:

1. بهنامیان، م. و س. مسیحا. 1381. توت‌فرنگی. انتشارات ستوده، 120 صفحه.
2. حسینی، ز. 1382. روش‌های متداول در تجزیه مواد غذایی. انتشارات دانشگاه شیراز، 553 صفحه.
3. خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده. 1384. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز، 259 صفحه.
4. خوشگفتارمنش، ا.ح. 1386. مبانی تغذیه گیاه. نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحات 293-290.
5. دیلمقانی حسنلویی، م.ر. و س. همتی. 1390. اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان عناصر غذایی، عملکرد و خصوصیات کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. 2 (7): 7-1
6. زاهدی‌فر، م.، ن. کریمیان، ع. رونقی، ج. یثربی و ی. امام. 1389. اثر فسفر و ماده آلی بر روابط فسفرخاک- گیاه در اسفناج. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. 1 (4): 52-45.
7. سیدی، ا. 1384. اثر محلول غذایی پتاسیم و تراکم کشت بر خصوصیات کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا در سیستم کشت هیدروپونیک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ایران.
8. کاشکی، ع. و س.م. غیور باغبانی. 1383. بررسی اثر نیتروژن بر رشد، عملکرد و تجمع در خیار. پایگاه اطلاعات علمی ایران. 24: 212-203.
9. کاشی، ع. و ر. یازرلو. 1388. اثر مالچ پلی‌اتیلن سیاه و تغذیه نیتروژن بر صفات رویشی و عملکرد توت‌فرنگی. ششمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه گیلان، رشت.
10. گنجه‌ای، ب. و ا. گلچین.1390 . تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، پتاسیم و منیزیم بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه توت‌فرنگی در محیط کشت هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. 2 (8): 80-71.
11. میرمحمدی میبدی، ع.م. و ب. قره یاضی. 1381. جنبه‌های فیزیولوژیک و به‌نژادی تنش شوری گیاهان. نشر دانشگاه صنعتی اصفهان. صفحات 70-22.
12. Arancon, N.Q., C.A. Edwards, S. Lee and R. Byrne. 2006. Effects of humic acids fromvermicomposts on plant growth. Eur. J. Soil Biol. 42: 65-69.
13. Asghari, R. 2015. Effects of nutritional elements level on nutritional characters and phytochemistry of strawberry in hydroculture. Ital. J. Food Sci. 27: 1-5.
14. Awada, M. 1978. Relations of nitrogen, phosphorus and potassium fertilization to nutrient composition of the petiole and growth of papaya. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 413-418.
15. Biksa, E. 2006. Hydroponic strawberry cultivation. www.maximum yield.com /fullissues/ vol10.num2.can-ptl.pdf.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Cantliffe, D.J., J.Z. Castellanos and A.V. Paranjpe. 2007. Yield and quality of greenhouse-grown strawberries as affected by nitrogen level in coco coir and pine bark media. Proc. Florida State Hort. Soc. 120: 157-161.
17. Choi, J.M. and C.W. Lee. 2012. Influence of ele vated phosphorus levels in nutrient solution on micronutrient uptake and deficiency symptom development in strawberry cultured with fertigation system. J. Plant Nutr. 35: 1349-1358.
18. Choi, J.M. and H.G. Kim. 2006. Effect of N, P, K and Ca nutrition on strawberry anthracnose. Plant Pathol. 55:246-249.
19. Counversa, G., P. Santamaria, O. Carofiglia, M. Gonnella and A. Parent. 2003. Response of cherry tomato to the electerial conductivity of the nutrient solution. Acta Hort. 609:159-163.
20. Ebrahimi, R., K. Souri, K. Ebrahimi and M. Ahmadizadeh. 2012. Growth and yield of strawberries under different potassium concentrations of hydroponic system in three substrates. World Appl. Sci. J. 16: 1380-1386.
21. El-Bassiony, A.M. 2006. Effect of potassium fertilization on growth, yield and quality of onion plants. J. App. Sci. Res. 2: 780-785.
22. El-Bassiony, A.M., Z.F. Fawzy, E.H. Abd El-Samad and G.S. Riad. 2010. Growth, Yield and Fruit Quality of Sweet Pepper Plants (*Capsicum annuum* L.) as Affected by Potassium Fertilization. J. Am. Sci. 6: 722-729.
23. Farzaneh, N., A. Golchin and M. Hashemi. 2009. The effect of different levels of nitrogen and complement potassium of nutrient solutions on performance and the concentration of nitrogen potassium of tomato leaves. 1st National Congress of hydroponics and greenhouse production. Isfahan University of echology, Iran.
24. Fawzy, Z.F., M.A. El-Nemr and S.A. Saleh. 2007. Influence of levels and methods of potassium fertilizer application on growth and yield of eggplant. J. Appl. Sci. Res. 3: 42-49.
25. Gruda, N. 2005. Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. Crit. Rev. Plant Sci. 24: 227-274.
26. Hancock, J.F. 1999. Strawberries. CABI Publishing, PP. 190-212.
27. Hohjo, M. and T. Ito. 1990. Nutritional absorption, growth and yield of strawberry plant grown in yutrient film technique. Tech. Bull. Fac. Hortiv. Chiba Univ. 43: 129-134.
28. Ilgin, M., A. Colak and N. Kaska. 2006. Effects of the different growing media on the yield and quality of some strawberry (*Fragaria x ananassa*) Cultivars. J. Biologi. Sci. 6: 501-506.
29. Johnson J.R., G.J. Hochmuth and D.N. Maynard. 2010. Soilless culture of greenhouse vegetables. Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida, 218: 19-22.
30. Kotsiras, A., C.M. Olympios and H.C. Passam. 2005. Effects of nitrogen form and concentration on yield and quality of cucumbers grown on rockwool during spring and winter in southern Greece. Plant Nutr. 28: 2027-2035.
31. Lamarre, M. and M.J. Lareau. 1997. Influence of nitrogen, potassium and magnesium fertilization on day-neutral strawberries in Quebec. Acta Hort. 439: 701-704.
32. Lester, G.E., J.L. Jifon and D.J. Makus. 2006. Supplemental foliar potassium applications with or without a surfactant can enhance netted muskmelon quality. Hortic. Sci. 41: 741-744.
33. Lin, D., D. Huang and S. Wang. 2004. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture. Sci. Hortic. 102: 53-60.
34. Locascio, S.J. and G.K. Saxena. 1967. Effect of potassium source and rate and nitrogen rate on strawberry tissue composition and fruit yield. Proc. Florida State Hort. Soc. 80: 173-176.

www.SID.ir

Archive of SID
35. Makkun, L., Z. Singh and D. Phillips. 2001. Nitrogen nutrition affects fruit firmness, quality and shelf life of strawberry. Acta Hort. 553: 69-71.
36. Nam, M.H., S.K. Jeong, Y.S. Lee, J.M. Choi and H.G. Kim. 2006. Effects of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium nutrition on strawberry anthracnose. Plant Pathol. 55: 246-249.
37. Papadopoulos, A.P. 1987. Nitrogen fertigation of greenhouse-grown strawberries. Nut. Cycl. Agroecosyst, 13: 269-276.
38. Pirot, D., J.M. Gillioz and C.H. Charlen. 2003. Cultivaited on recycled substrate. Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 35(6):381-385.
39. Portela, A., P. Isabelita, M.N. Roberta and C.V. Rombaldi. 2012. Effect of nutrient concentration on growth, yield and quality of strawberries in hydroponic system. Hortic. Bras. 30: 266-270.
40. Quik, P. and J.H. Slangen. 1990. Strawberres manuring of ever beavery on peat bals. Groenten-en-fruit. 45: 60-61.
41. Sarooshi, R.A. and G.C. Cresswell. 1994. Effect of hydroponic solution composition , lectrical codactivity and plant spacing on yield and quality of strawberry .Aust. J. Exp. Agric. 34: 529-535.
42. Tabatabaei, S.J., M. Yusefi and J. Hajiloo. 2008. Effects of shading and NO3:NH4 ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry. Sci. Hort. 116: 264-272.
43. Taghavi, T.S., M. Babalar, A. Ebadi, H. Ebrahimzadeh and M.A. Asgari. 2004. Effect of nitrate to ammonium ratio on yield and nitrogen metabolism of strawberry (Faragaria×ananassa cv. Selva). Int. J. Agric. Biol. 6: 994-997.
44. Treftz, C. and S.T. Omaye. 2015. Nutrient analysis of soil and soilless strawberries and raspberries grown in a greenhouse. Food Nutr. Sci. 6: 805-815.
45. Tulipani, S., B. Mezzetti and M. Battino. 2009. Impact of strawberries on human health: insight into marginally discussed bioactive compounds for the Mediterranean diet. Public Health Nutrition, 12: 1656-1662.
46. Yavari, S., S. Eshghi, E. Tafazoli and S. Yavari. 2008. Effects of various organic substrates and nutrient solution on productivity and fruit quality of strawberry “Selva” (Fragaria ×ananassa Duch.). J. Fruit Ornam. Plant Res. 16: 167-178.
47. Zeng, Q.P. and P.H. Brown. 2001. Potassium fertilization affects soil K, leaf K concentration, and nut yield and quality of mature pistachio trees. Hort. Sci. 36: 85-89.
www.SID.ir