Horticultural Plants Nutrition
Vol.3, No.2, Autumn & Winter 2020-21
Research Paper

DOI: 10.22070/hpn.2020.4484.1024

Effect of spray and solution application of phosphorus on growth, yield and quality of strawberry in hydroponic cultivation

Nasrin Mollayi [1*] ***, Seyyed Jalal Tabatabaei*** [2] ***, Yavar Sharafi*** [3]

1- Corresponding Author and Master student of fruit growing, Department of Horticulture, Shahed University, Tehran, Iran
na.mollayi69@gmail.com
2- Professor of Horticulture and Head of Medicinal Plants Research Center of Shahed University. Tehran, Iran
tabatabaeiseyed@gmail.com
3- Assistant Professor of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahed University. Tehran, Iran
y.sharafi@shahed.ac.ir

Received Date: 2019/06/24 Accepted Date: 2020/06/06

Abstract

Introduction: Strawberries with scientific name (*Fragaria × ananassa Duch*) are frome Rosaceae family. Today, due to high demand for higher quality and out-of-season strawberries, breeders have turned to greenhouse production and soilless cultivation. Hydroponics is the knowledge of planting plants without the use of soil, in which micro and macro element is added to the water (Tullaie, 2002). Excessive consumption of chemical fertilizers and high prices of fertilizers are some of the reasons for the increase in production costs. Due to the shortage of phosphorus ore mines in Iran and the need to import to provide the required phosphorus fertilizer and sanitary conditions, leaf nutrition is one of the ways to reduce consumption in chemical fertilizers. Phosphorus is one of the most macro element nutrients and is highly mobile in plant organs, especially in flowers and seeds. After nitrogen the phosphorus is the second limiting factor performance (Shen et al., 2011). Phosphorus in biochemical processes, compositions energy and energy transfer mechanisms involved (Tabatabaei, 1392). Phosphorus in strawberries is affects the size, shape of the fruit, ability to retain and form the color of the fruit. It also contributes to increased root formation and better plant growth and development. Phosphorus acts as a substrate and regulator of anti-oxidative stress. Rising prices for chemical fertilizers, the need for economical production and pollution of groundwater due to unconventional use of chemical fertilizers are some of the problems that can be solved with proper planning. Therefore, the purpose of this project is to investigate the effect of consumption method including phosphorus solution and phosphorus spraying from the source (Monopotassium phosphate) on the quality of Strawberry Paros cultivar and determine the appropriate concentration of solution on vegetative and yield properties.

Material and methods: This experiment was performed in November 2017 in the hydroponic research greenhouse of Shahed University. The treatments included three different concentrations of phosphorus foliar application (F) (0, 5, 10 mg/l) and three different concentrations of phosphorus solution (N) (5, 10, 20 mg/l) from the source of Monopotassium phosphate. For the culture, a rectangular cube 45 cm long and 35 cm wide was filled with pumice. In each bag, 3 strawberry seedlings were planted with the appropriate distance. Greenhouse temperature and humidity were regularly adjusted by the central system for proper growth. Different concentrations of phosphorus solution were placed in barrels were in the main source, which were given to the plant in certain amounts during the growing period through irrigation. The other nutrients were the same in all treatments. Phosphorus concentrations sprayed after opening 80% of the flowers at one time. To measure total yield, after ripening strawberry fruits belonging to the plants of each experimental unit were harvested and weighed. Leaf area was measured with leaf area meter. To measure the fresh and dry weight of the leaves, a plant bush was selected where the plant had full growth. The weight of the leaves of each treatment was weighed by digital scale with an accuracy of 0.001 g. For dry weight, the leaves were placed in an oven at 75 C for 48 hours and weighed after complete drying. The volume of the root was taken based on the displaced of water transferred in the graduated cylinder divided by the density of the water. To measure titratable acidity, 0.1% sodium hydroxide was used to change the color of the juice in the presence of a few drops of phenolphthalein reagent. Fruit diluted with distilled water with 1% starch reagent was measured by 10 milliliters of potassium iodide 5% and titration by copper sulfate 1% to the stage of color to brown change to measure vitamin C. The pH differential method was used to measure the total amount of anthocyanin (Wang and Gao, 2013). This experiment was performed as a factorial in a completely randomized design in three replications. Data analysis was performed by SAS software and mean comparison using Duncan's multidimensional test.

Results and discussion: According to the results, the interaction of foliar spraying and Solution of phosphorus had a significant effect on leaf weight, leaf area, root volume, yield, titration acidity, vitamin C and anthocyanin. According to the results obtained from the comparison charts, the mean maximum leaf weight and leaf area were observed in F10N20 (mg/L) treatment. Maier et al. (2002) showed that using simple superphosphate fertilizer at 100 kg / ha created the highest growth of the aerial part in potatoes. The highest root volume was measured at F10N10 (mg/L) and F5N10 (mg/L). The highest yield was measured at F10N10 (mg/L). Increasing the concentration of potassium monophosphate foliar application from zero to one milligram per liter increased the number of fruits and total yield in strawberries (Molaei et al., 2018). Most vitamin C and anthocyanins obtained in F10N20 (mg/L) and F5N10 (mg/L) was measured. Phosphorus acts as a substrate and regulator of antioxidative stress agents (Jain et al., 2007).

Conclusions: Today, due to population growth, the demand for fresh strawberry consumption has increased. According to the results of this experiment, strawberry yield at F10N10 (mg/L) was higher than other phosphorus solutions was used.

Keywords: Hydroponic, pumice, phosphorus concentration, strawberry and yield.

نشریه علمی تغذیه گیاهان باغی
دوره ۳، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹، (ص ۱۱۶- ۱۰۷)
مقاله پژوهشی

DOI: 10.22070/hpn.2020.4484.1024

تاثیر محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر رشد، عملکرد و کیفیت توت‌فرنگی در کشت هیدروپونیک

نسرین ملائی [۱*]، سید جلال طباطبایی [۲]، یاور شرفی [۳]

۱- نویسنده مسئول و دانشجوی کارشناسی ارشد میوه کاری ،دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
na.mollayi69@gmail.com
۲- استاد گروه علوم باغبانی و رئیس مرکز تحقیقات گیاهان دارویی دانشگاه شاهد. تهران، ایران
tabatabaeiseyed@gmail.com
۳- استادیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد. تهران، ایران
y.sharafi@shahed.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۳ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۷**

چکیده

به منظور ارزیابی تاثیر محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر رشد، عملکرد و کیفیت میوه توت‌فرنگی آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با دو فاکتور محلول‌پاشی فسفر (F) (۱۰ mg/L، ۵، ۰) و محلول‌دهی فسفر (N) (۲۰ mg/L، ۱۰، ۵) از منبع منوپتاسیم فسفات با سه تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که خصوصیات رشدی، عملکردی و کیفی گیاه بطور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت. اثر متقابل محلول‌دهی و محلول‌پاشی فسفر بر روی عملکرد در سطح $p\leq$ ۰/۰۵ معنی‌دار شد. عملکرد کل در واحد گرم در تیمار F۱۰N۱۰(mg/L) نسبت به شاهد حدود ۸۴۷/۳۴ گرم افزایش داد. بطور کلی خصوصیات رشدی گیاه شامل وزن تر برگ، سطح برگ و حجم ریشه با افزایش سطح در هر دو روش افزایش معنی‌داری نشان داد. اثرات متقابل محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر ویتامین ث و آنتوسیانین کل در سطح $p\leq$ ۰/۰۵ معنی‌دار شد، و تیمار F۱۰N۲۰(mg/L) میزان ویتامین ث و آنتوسیانین کل را نسبت به شاهد ۷۱ و ۳۰ درصد افزایش داد. بیشترین اسیدیته قابل تیتر میوه با مقایسه میانگین ۱/۹۵٪ در تیمار F۰N۱۰ (mg/L) اندازه گیری شد.

کلمات کلیدی: آبکشت، پومیس، توت‌فرنگی، عملکرد و غلظت فسفر.

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی (*Fragaria× ananassa* Duch) از خانواده Rosaceae می‌باشد. نواحی رشد میوه توت‌فرنگی تقریباً در همه جهان گسترش یافته و به دلیل دوره کوتاه تولید این محصول امکان پرورش خارج از فصل را برای تولید کنندگان فراهم کرده است (Ilgin *et al.*, 2006). با وجود این که در گذشته کشت توت‌فرنگی به روش خاکی بوده ولی امروزه به دلیل تقاضای زیاد برای توت‌فرنگی با کیفیت بالاتر و خارج از فصل، پرورش دهندگان به سمت تولید در گلخانه و کشت بدون خاک روی آورده‌اند.

هیدروپونیک دانش کاشت گیاه بدون استفاده از خاک می‌باشد که مواد غذایی در این روش به آب افزوده می‌شود (Tullaie, 2002). به عبارتی تغذیه گیاه از طریق محلول غذایی اضافه شده به محیط کشت، صورت می‌گیرد (Benton Jones, 2016). تولید با کیفیت بهتر و عملکرد بیشتر در سطح کمتر، در یک سیستم کنترل شده از نظر محیط، تغذیه، بیماری‌ها، آفات و علف‌های هرز می‌تواند تا حدودی نیاز جمعیت رو به رشد جهان را برطرف سازد (Takeda, 2000). مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و قیمت زیاد کودها از دلایل افزایش هزینه های تولید می‌باشد. با توجه به کمبود معادن سنگ فسفر در کشور و نیاز به واردات برای تامین کود فسفره مورد نیاز و شرایط تحریمی تغذیه برگی یکی از روش‌های کاهش مصرف در کودهای شیمیایی می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهند با افزایش غلظت محلول پاشی منوپتاسیم فسفات از صفر به ۱(mg/L) در توت فرنگی شاخص‌های کلروفیل کل، تعداد و وزن میوه افزایش معنی‌داری پیدا کردند (Molaie et al., 2018).

فسفر از عناصر غذایی پرمصرف بوده و در اندام‌های گیاه بویژه در گل و دانه گیاه از تحرک پذیری زیادی برخوردار است. فسفر بعد از نیتروژن دومین عامل محدود کننده عملکرد می‌باشد (Shen et al., 2011). فسفر بصورت خالص در طبیعت یافت نمی‌شود. فرم یونی فسفر در ترکیب با اکسیژن به صورت یون‌های $H_2PO_4^-$، HPO_4^{2-} و PO_4^{3-} می‌باشد که البته یون PO_4^{3-} در pH بالا وجود دارد. فسفر یکی از عناصر اصلی مورد نیاز گیاه است. این عنصر در فرایندهای بیوشیمیایی، ترکیبات انرژی‌زا و مکانیسم‌های انتقال انرژی دخالت دارد (Tabatabaei, 2013). فسفر در توت‌فرنگی روی اندازه، شکل میوه، قابلیت نگه‌داری و تشکیل رنگ میوه مؤثر است. همچنین، در افزایش تشکیل ریشه و رشد و نمو بهتر گیاه نقش دارد (Kashi and Hekmati, 1991). فسفر به عنوان سوبسترا و تنظیم کننده مواد ضد تنش اکسیداتیو عمل می‌کند (Jain et al., 2007). در تحقیقات صورت گرفته با حذف فسفر از محلول غذایی توت فرنگی میزان فعالیت آنتی اکسیدانی و مواد جامد محلول نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد اما میزان فنول کل، فلاونول و سفتی میوه افزایش پیدا کرد (Valentinuzzi et al., 2015).

افزایش قیمت کودهای شیمیایی، ضرورت اقتصادی بودن تولید و آلودگی آب‌های زیرزمینی در اثر مصرف نامتعارف کودهای شیمیایی از مشکلاتی هستند که با تدبیر مناسب می‌توان حل کرد. بنابراین هدف از اجرای این طرح، بررسی اثر روش مصرف شامل محلول‌دهی فسفر و محلول‌پاشی فسفر از منبع (منوپتاسیم فسفات) بر کیفیت توت‌فرنگی رقم پاروس و مشخص نمودن غلظت مناسب محلول‌دهی بر خصوصیات رویشی و عملکردی رقم پاروس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در آبان ماه سال ۱۳۹۶ در گلخانهٔ تحقیقاتی هیدروپونیک دانشگاه شاهد انجام شد. تیمارها شامل سه غلظت مختلف محلول‌پاشی فسفر (۰، ۵، ۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و سه غلظت متفاوت محلول‌دهی فسفر (۵، ۱۰، ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) از منبع منوپتاسیم فسفات بودند. بستر کشت مورد استفاده کیسه‌های (بالشتک) از جنس

کامپوزیت به صورت مکعب مستطیل به طول ۴۵ سانتی‌متر و عرض ۳۵ سانتی‌متر از پومیس پر شد. برای رفع نیاز سرمای نشاءها به مدت دو هفته در دمای چهار درجه سانتی گراد قرار گرفتند. در هر کیسه سه عدد خراش به صورت ضربدری ایجاد شد و نشاءهای به بستر کشت انتقال داده شدند. سه عدد نشا رقم پاروس در هر کیسه کشت شد. دما و رطوبت نسبی گلخانه به صورت روزانه توسط دماسنج (در روز ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد ، در شب ۱۸-۲۰ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت سنج (۶۵٪) تعبیه شده در گلخانهٔ، اندازه‌گیری شدند. در طول دوره رشد غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی فسفر پس از باز شدن ۸۰ درصد گل‌ها روی بوته‌های توت فرنگی اعمال شد. غلظت‌های مختلف محلول‌دهی فسفر، در بشکه‌هایی در کنار منبع اصلی نگه‌داری شد، که به مقدارهای مشخص در طول دوره رشد از طریق آبیاری در اختیار گیاه قرار گرفت که تیمارهای مختلف، غلظت‌های متفاوتی از فسفر را داشت و غلظت‌های سایر عناصر غذایی (عناصر میکرو) در کلیه تیمارها یکسان بودند و برای اسیدی کردن محلول از HNO_3 و H_3PO_4 استفاده شد سیستم محلول‌رسانی این آزمایش شامل سیستم آبیاری قطره‌ای شامل مخازن، پمپ‌ها، لوله‌ها و تایمر محلول‌غذایی بود. از بین قطره چکان‌های موجود، تیپ با کمترین تغییرات دبی (دبی چهار لیتر در ساعت) انتخاب شد. سپس خصوصیات رویشی، کیفی و عملکردی مورد بررسی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری عملکرد بعد از رسیدن میوه‌های توت‌فرنگی، در مرحله صورتی شدن کامل میوه های مربوط به بوته‌های هر واحد آزمایشی به طور جداگانه در هر نوبت برداشت و وزن شدند. با دستگاه سطح برگ‌سنج (Leaf area meter) (مدل WINAREA-UT-11، ساخت شرکت Fanavaran Alborz Andisheh) مساحت سطح برگ‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ، ابتدا بوته گیاهی انتخاب شده در نیمه دوم اسفند ماه زمانی که گیاه رشد کامل را سپری کرده و دارای ۲۱ برگ بود از طوقه جدا و برگ‌های آن جدا شد. وزن برگ‌های هر تیمار به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن گردید سپس وزن خشک آن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در داخل آون قرار داده و پس از خشک شدن کامل برگ‌ها وزن خشک آن با ترازوی دیجیتالی اندازه گیری شد. حجم ریشه با استفاده از یک استوانه مدرج ۱۰۰۰ میلی‌لیتری محتوی ۴۰۰ میلی‌لیتر آب اندازه‌گیری شد. ریشه‌ها به آرامی داخل استوانه مدرج آب انداخته شد و حجم ریشه بر اساس حجم آب جابجا شده با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید: در این فرمول $m_3 - m_2$ برابر جرم آب جابجا شده و ρ چگالی آب است (Dargahi et al., 2013).

$$v = \frac{m_3 - m_2}{p_w}$$

اسیدیته قابل تیتراسیون، پس از رقیق کردن یک میلی‌لیتر آب میوه با نه میلی‌لیتر آب مقطر با معرف فنل فتالئین به روش عیار سنج با هیدروکسید سدیم (NaOH) ۰/۱ نرمال تا مرحله تغییر رنگ به صورتی اندازه‌گیری و با فرمول زیر بر حسب گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ میلی‌گرم آب میوه محاسبه شد (Ali *et al.*, 2011).

$$TA = \frac{D \times \text{ سود نرمالیته } \times 0/064 \times b}{a \times c}$$

a = وزن اولیه، b = حجم اولیه، c = حجم نمونه برداشته شده برای تیتراسیون D = حجم هیدروکسید مصرف شده، (وزن اکی والانت برای اسید سیتریک که اسید غالب گیاه توت فرنگی می‌باشد برابر ۰/۰۶۴ است). میزان ویتامین ث میوه با ده میلی‌لیتر از آب میوه رقیق شده با آب مقطر (به نسبت ۱ به ۱۰)، با معرف نشاسته یک درصد به روش عیار سنج با ده میلی‌لیتر یدید پتاسیم پنج درصد و با تیتراسیون سولفات مس ۱ درصد تا مرحلهٔ تغییر رنگ به قهوه‌ای اندازه‌گیری شد؛ سپس با فرمول زیر میزان اسید آسکوربیک محاسبه گردید (۰/۸۸ ضریبی است که بر اساس مقدار اسید آسکوربیک لازم برای خنثی کردن یک میلی‌لیتر سولفات ۰/۰۱ مولار محاسبه شد) (Vahdat *et*

(*al*., 2012).

۰/۸۸ × حجم سولفات مس مصرفی : ویتامین ث

برای اندازه‌گیری مقدار کل آنتوسیانین از روش افتراقی pH استفاده شد (Wang and Gao, 2013). برای این منظور ۱ میلی‌لیتر از عصاره میوه و ۲ میلی‌لیتر کلرید پتاسیم ۰/۰۲۵ مولار جهت بافر با pH برابر ۱، و ۱ میلی لیتر از عصاره با ۲ میلی لیتر استات سدیم ۰/۴ مولار جهت تهیه بافر با pH ۴/۵ استفاده شد. محلول آماده شده ۱۵ دقیقه در دمای آزمایشگاهی باقی‌ماند سپس نمونه‌ها در دستگاه سانترفیوژ با ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه قرار داده شد و در نهایت توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج‌های ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد و مقدار جهت اندازه‌گیری آنتوسیانین کل بر اساس پلارگونیدین ۳ گلوکوزید به عنوان آنتوسیانین غالب توت فرنگی و از اتانول جهت بلانک دستگاه با فرمول زیر محاسبه شد:

Absorbance (A) = (A 510 pH 1- A 700 pH1) - (A 510 pH 4.5- A 700 pH4.5)

Total anthocyanin (mg Kg FW -1) = $(A/22400a)\ (10^3)\ (468.84_b)\ (10c)$

a: ضریب مولی خاموشی پلارگونیدین ۳- گلوکوزید b: وزن مولکولی پلانگونیدین ۳- گلوکوزید c: عامل رقیق سازی، ^{3}۱۰: ضریب تبدیل.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که تأثیر محلول‌پاشی، محلول‌دهی همچنین، اثر متقابل آن‌ها بر اغلب صفات رشدی، عملکردی و کیفی معنی‌دار بودند. به گونه‌ای که عملکرد گیاه توت‌فرنگی از نظر آماری در سطح $p\leq$ ۰/۰۵ معنی‌دار شد.

سطح برگ یکی از عوامل بسیار مهم در رشد گیاه می‌باشد و با افزایش سطح برگ به همان نسبت فتوسنتز یا ماده سازی افزایش می‌یابد. علاوه بر شکل ساختمانی برگ، میزان فشردگی دیواره تیلاکوئید، حرکت کلروپلاست در داخل سلول‌ها افزایش غلظت کلروفیل در واحد سطح برگ به جذب حداکثر نور و بالا رفتن میزان فتوسنتز کمک می‌کند (Taiz and Zeiger, 2002). در این آزمایش محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر تأثیر معنی‌داری $p\leq$۰/۰۵ بر سطح برگ داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر سبب افزایش سطح برگ توت‌فرنگی در مقایسه با شاهد شد. به طوری که بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار F۱۰N۲۰(mg/L) و کمترین سطح برگ مربوط به تیمار F۵N۲۰(mg/L) بود (شکل ۱). افزایش سطح برگ در مقایسه با شاهد می‌تواند ناشی از نقش پتاسیم و فسفر در انتقال کربوهیدرات‌ها و تاثیر آن بر صفات فیزیولوژیکی باشد در نتیجه با رشد و نمو گیاه، سطح برگ افزایش می‌یابد. از موارد بسیار مهم در افزایش تعداد سلول و اندازه سلول (افزایش سطح برگ)، تولید و انتقال مواد است که دو عنصر فسفر و پتاسیم نقش بسیار مهمی در تولید و انتقال دارند. مایر و همکاران (2002) گزارش کردند که مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات ساده بیش‌ترین رشد شاخساره سیب زمینی و در نهایت دارای سطح برگ بیش‌تر شد. همچنین در پژوهشی نشان داده شد که بیش‌ترین سطح برگ در تیمار ۸ میلی‌اکی والان در لیتر ازت و ۲ میلی‌اکی والان در لیتر فسفر بدست آمده است (Salinas and Sanchez, 1976).

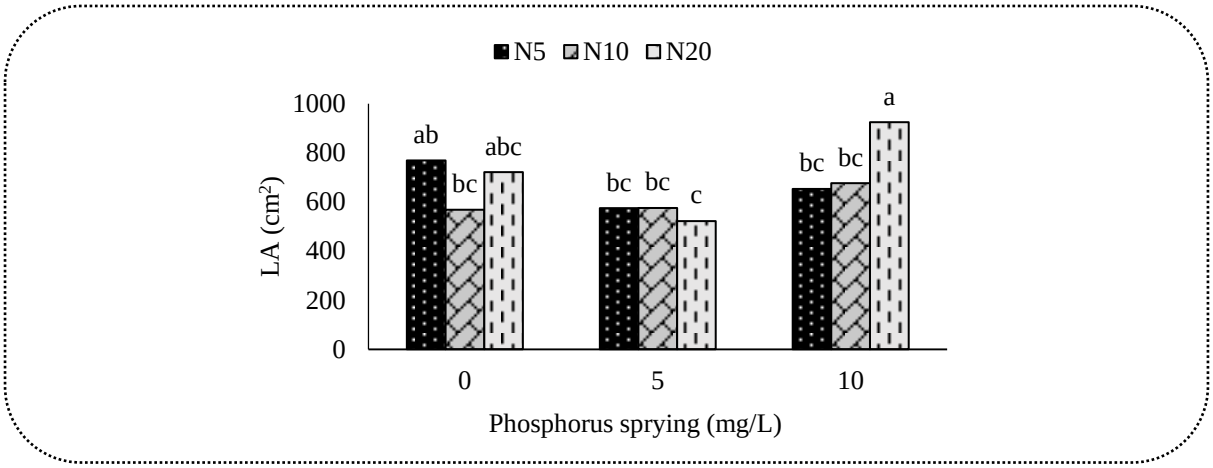
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر خصوصیات رشدی، عملکردی و کیفی توت‌فرنگی

Table 1- Analysis of variance effect of spray and fertigation phosphorus on growth, yield and qualitative characteristics of strawberry

S.O.V.	Df	average of squares							
		leaf fresh weight	Leaf dry weight	Leaf area	Root volume	Yield	Acidity	Vitamin C	Anthocyanin
Foliar spray(F)	2	82/81^{ns}	6/11^{ns}	87624/11*	23/81^{ns}	113761/53**	0/22*	3/19**	568/61*
Nutrigation (N)	2	18/38^{ns}	1/28^{ns}	30395/1^{ns}	141/59*	188574/49**	0/84**	8/23**	75/92^{ns}
(F×N)	4	158/86**	7/39^{ns}	36781/22*	163/92*	17565/24*	0/22*	3/76**	524/02*
Error	18	40/03	3/72	14719/70	22/59	4472/91	0/02	0/14	58/63
CV. (%)	-	26/08	5/51	18/25	18/81	11/24	13/75	15/46	6/63

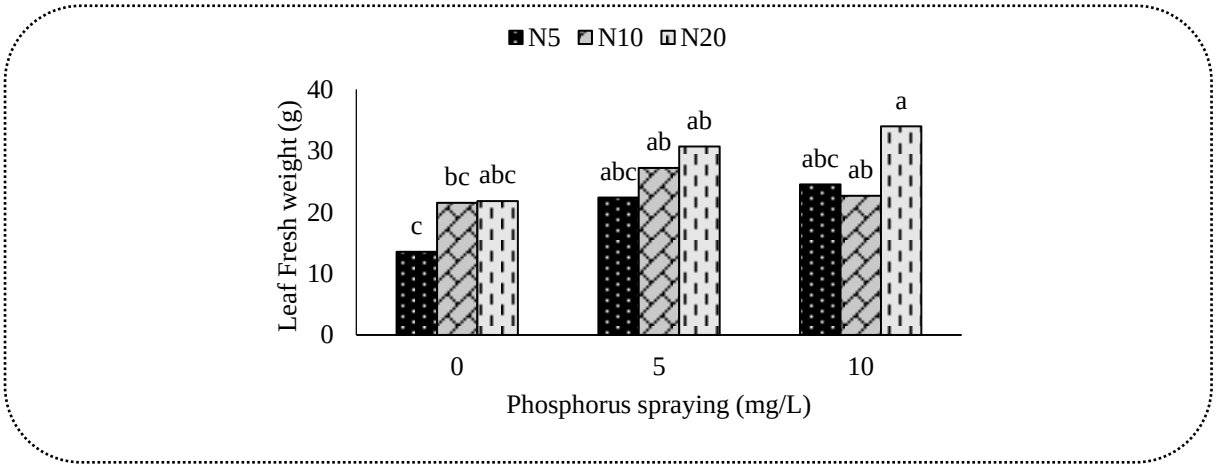
ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی دار ، معنی دار درسطح ۵٪ و ۱٪

ns, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1%



شکل ۱- اثر متقابل محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر سطح برگ

Figure 1- The Effect of Spraying and Nutrigation on Leaf Area

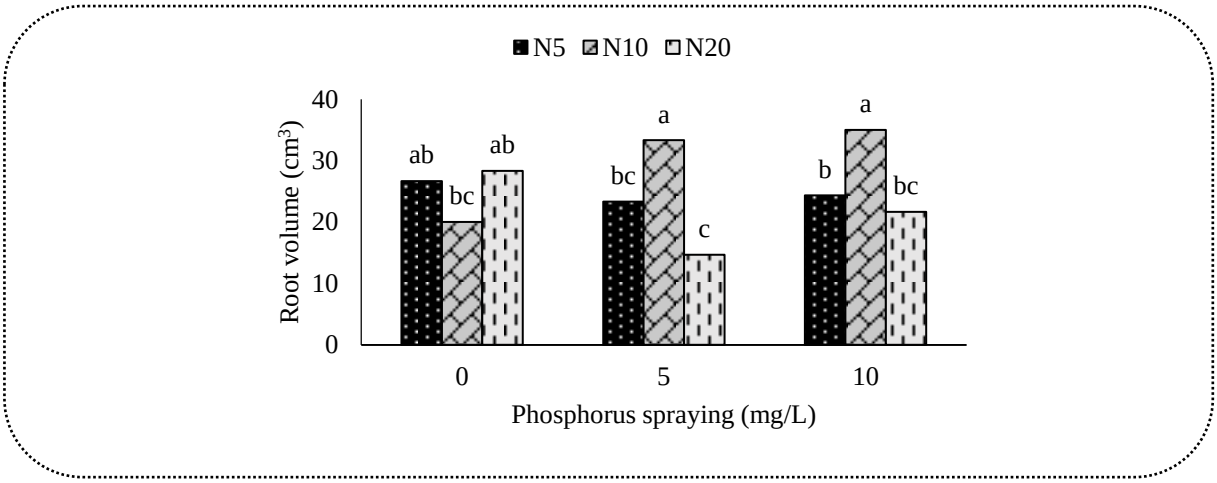


شکل ۲- اثر متقابل محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر وزن تر برگ

Figure 2- The Effect of Spraying and Nutrigation on Fresh Leaf Weight

تأثیر محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر وزن تر برگ در سطح $p\leq$ ۰/۰۱ معنی‌دار شد اما از نظر وزن خشک برگ بین محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). نظر به مقایسه میانگین‌های صورت گرفته (شکل ۲) تیمار F۱۰N۲۰(mg/L) بالاترین وزن تر برگ را با مقدار ۳۳/۹۹ گرم داشت و تیمار شاهد با مقدار ۲۱/۸۲ گرم کمترین وزن تر برگ را داشت و سایر سطوح تیمار فسفر موجب کاهش وزن تر برگ شدند. فسفر در سنتز نشاسته و انتقال کربوهیدارت‌ها نقش مهمی دارد (Tabatabaei, 2013). رشد گیاه بستگی زیادی به تجمع مواد خام از طریق فتوسنتز و جذب عناصر دارد که باعث حفظ پتانسیل آب گیاه جهت طویل شدن سلول‌ها می‌شود (Mathur and Bhagsari, 1983). اثر پتاسیم و فسفر در انتقال مواد فتوسنتزی در بخش‌های مختلف گیاه توت فرنگی موجب افزایش رشد گیاه شده که این افزایش رشد با افزایش وزن تر برگ همراه بوده است. (Morgan, 2006). نشان داده شد بیشترین وزن تر برگ گیاه دارویی سرخارگل در تیمار کوددهی همزمان ۲ گرم نیتروژن و ۱/۵ گرم فسفر بدست آمد (Goldani et al., 2016) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. گزارش کردند که کود نیتروژن باعث افزایش رشد و وزن اندام هوایی گیاه دارویی سرخارگل شد ولی کود فسفر تاثیری در وزن خشک اندام هوایی نداشته است (Shalaby et al, 1997).

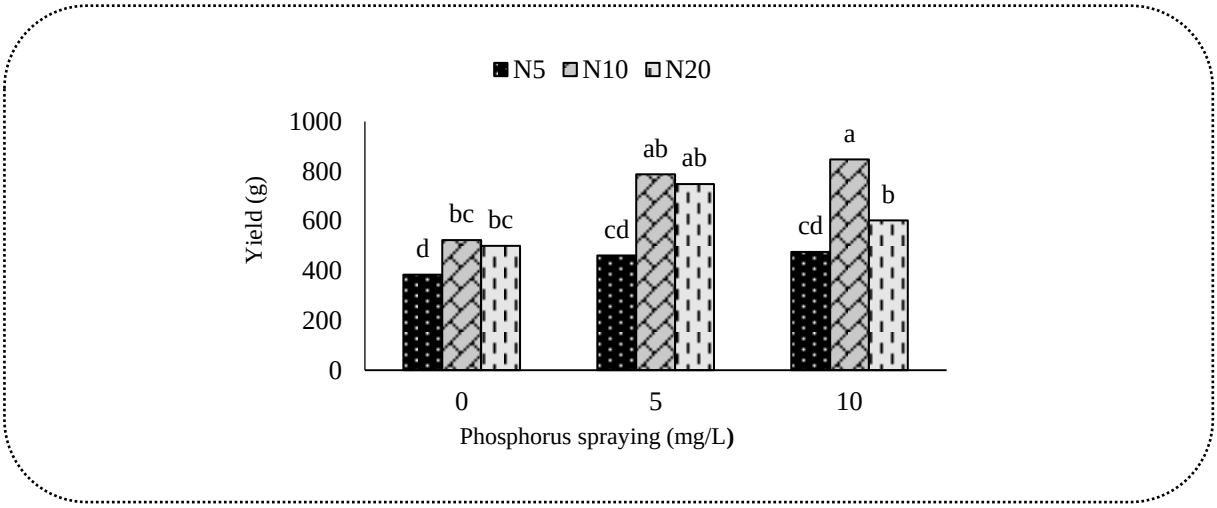
نتایج مربوط به میزان حجم ریشه در تیمارهای محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر تفاوت معنی‌داری داشت و حجم ریشه در تیمار F۱۰N۱۰(mg/L) نسبت به تیمار F۵N۲۰(mg/L) ۵۸/۱۱ درصد افزایش پیدا کرد (شکل ۳). رشد گیاه، فرایند پویایی در دوره زندگی گیاه است که تابع عوامل متعددی مانند قابلیت دسترسی عناصر غذایی، عوامل رشد و شرایط محیطی است. غلظت عناصر غذایی در هر گیاه به غلظت قابل استفاده این عناصر در خاک بستگی دارد. از سوی دیگر، مراحل رشد و توسعه گیاه بر غلظت عناصر مختلف از جمله فسفر در گیاه اثر می‌گذارد (Skudra and Skudra., 2004). بیشتر پژوهشگران بر این باورند که فسفر کافی سبب ازدیاد رشد گیاه و گسترش ریشه می‌شود؛ بدین ترتیب گیاه می‌تواند از حجم بیشتری از محیط کشت (خاک، پومیس، پرلیت و...) به منظور جذب عناصر غذایی و رطوبت استفاده کند که در چنین شرایطی جذب و کارایی استفاده از اکثر عناصر غذایی افزایش می‌یابد (Bukvic et al.,2003).



شکل ۳- اثر متقابل محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر حجم ریشه
Figure 3- The Effect of Spraying and Nutrigation on Root Volume

با افزایش مقدار کود فسفر میزان عملکرد افزایش یافت، به طوری که حداکثر عملکرد (وزن کل میوه) در تیمار F۱۰N۱۰(mg/L) با مقایسه میانگین ۸۴۷/۳۴ گرم در بوته بود و حداقل عملکرد مربوط به تیمار ۰N۵(mg/L)F با مقایسه میانگین ۳۸۴/۳۴ گرم در بوته بود (شکل ۴). لرزاده و کشاورز (1996) در آزمایشی گزارش دادند با افزایش کود فسفر در آفتابگردان وزن هزار دانه افزایش می‌یابد. فسفر باعث رشد و توسعه کلیه مراحل رشد گیاه، توسعه اندام‌های زایشی و افزایش وزن محصول می‌گردد.

افزایش عملکرد دانه ارقام ذرت به واسطه افزایش سطوح کود مصرفی فسفر نیز گزارش شده است (Dlamini, 1990). در تحقیقات صورت گرفته با افزایش کود فسفر از صفر کیلوگرم در هکتار به ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار عملکرد گوجه فرنگی ۵۰٪ افزایش یافت (Abu-Alrub, 2019). در پژوهش مشابهی که صورت گرفت در اثر افزایش غلظت محلول پاشی منوفسفات پتاسیم از صفر به ۱ میلی گرم در لیتر تعداد میوه و عملکرد کل افزایش معنی‌داری پیدا کرد (Molaie et al., 2018).

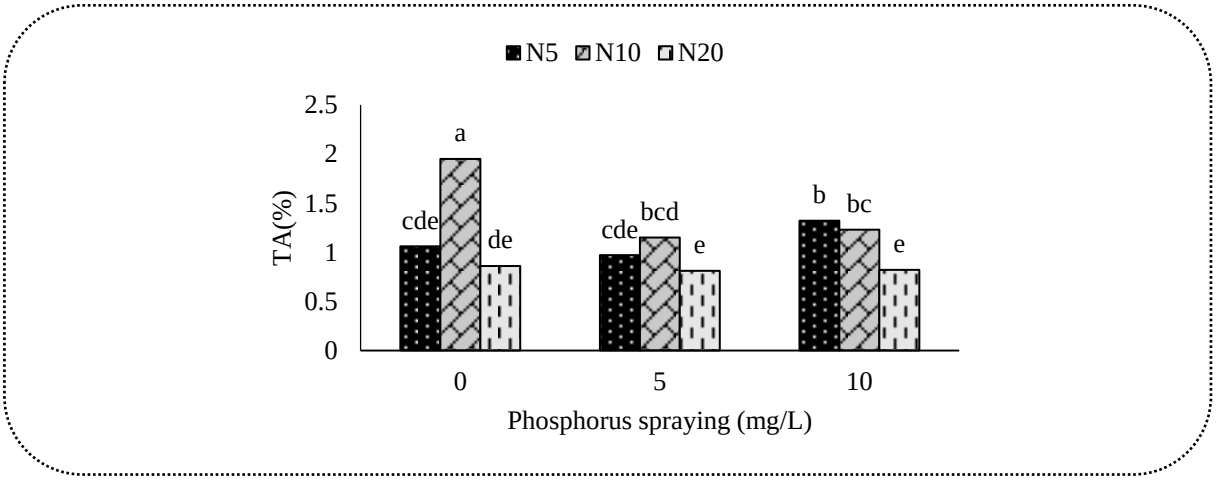


شکل ۴- اثر متقابل محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر عملکرد
Figure 4- The Effect of Spraying and Nutrigation on Yield

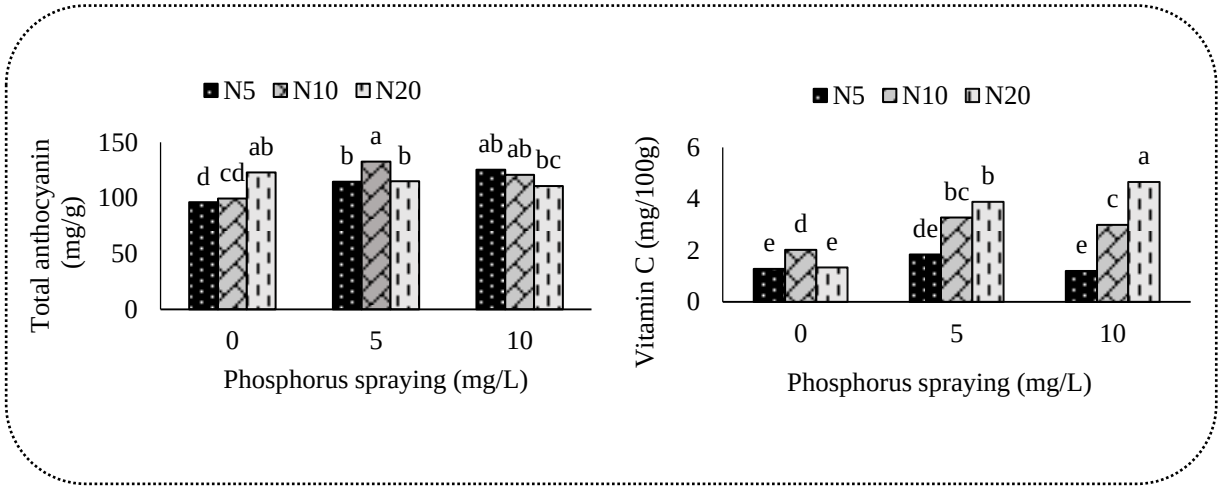
طبق نتایج بدست آمده اثر تیمارهای فسفر بر میزان اسید قابل تیتر میوه معنی‌دار بود بطوری که میزان اسیدیته میوه با افزایش سطوح محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر کاهش پیدا کرد و بیشترین میزان اسیدیته میوه در تیمار F۰N۱۰(mg/L) بطور میانگین ۶۴/۹۹ درصد نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۵). Abd-Allah (2006) گزارش کرد که محلول‌پاشی دی پتاسیم فسفات روی درختان پرتقال رقم واشنگتن ناول در دو فصل رشد متوالی سبب افزایش قابل توجهی در میزان اسید میوه است. در انار، رقم ساوه نشان داده شد که اسید قابل تیتراسیون در اثر محلول‌پاشی مونو و دی پتاسیم فسفات با غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (Davar panah et al., 2014) اما در پژوهشی دیگر حذف فسفر از محلول غذایی محیط کشت توت فرنگی تاثیر معنی‌داری بر اسیدیته قابل تیتر میوه نداشت (Valentinuzzi et al., 2015).

ویتامین ث یکی از عوامل مهم تعیین کننده کیفیت میوه است. تأثیر تیمار محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر روی ویتامین ث میوه نیز معنی‌دار شد. بطوریکه تیمار F۱۰N۲۰(mg/L) با تیمار شاهد و تیمار F۰N۲۰(mg/L) تفاوت معنی‌داری $p\leq$ ۰/۰۱ نشان داد (شکل ۶). Ashkevari *et al*(2010) گزارش کردند که پتاسیم باعث

افزایش اندازه، عملکرد و کیفیت میوه، ویتامین ث همچنین، عمر انبارمانی میوه مرکبات شده است. در آزمایشی روی توت فرنگی نشان داهد شد که فسفر باعث افزایش طعم و استحکام و ویتامین ث می‌شود همچنین؛ در آزمایش دیگر اظهار داشت عنصر فسفر در بهبود پوست و پالپ میوه گوجه فرنگی موثر است (Winsor, 1973). تأثیر محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر شاخص آنتوسیانین کل معنی‌دار شد و حداکثر آنتوسیانین کل در تیمار F۵N۱۰(mg/L) و حداقل در شاهد مشاهده گردید (شکل ۶). طبق آزمایشات بدست آمد هر چه مقدار پتاسیم افزایش یابد مقدار آنتوسیانین (شاخص رنگ) به طور معنی‌داری در توت فرنگی افزایش می‌یابد (Dodman and Amiri, 2013). براساس نتایج بدست آمده محلول‌پاشی مونو و دی پتاسیم فسفات باعث افزایش معنی‌داری در میزان شدت رنگ عصاره (آنتوسیانین) انار رقم ملس ساوه، نسبت به نمونه‌های شاهد شد (Davar panah et al., 2014).



شکل ۵- اثر متقابل محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر اسیدیته قابل تیتر
Figure 5- The Effect of Spraying and Nutrigation on Titreable acidity



شکل ۶- اثر متقابل محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر بر ویتامین ث و آنتوسیانین کل
Figure 6- The Effect of Spraying and Nutrigation on Vitamin C and Total Anthocyanin

نتیجه‌گیری کلی

مصرف بیش از اندازه کودهای شیمیایی در محلول‌های غذایی باعث به هم خوردن تعادل عناصر غذایی، افت کیفی محصول و هدر رفتن بخش عظیمی از سرمایه‌های ملی می‌شود. هر چقدر 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 پایین‌تر بوده و جذب توسط گیاه بهتر و آسان‌تر صورت می‌پذیرد. ضمن اینکه در استفاده از مقادیر کودی نیز صرفه جویی به عمل خواهد آمد. با توجه به نتایج بدست آمده از این آزمایش، عملکرد توت‌فرنگی زمانی که از نصف محلول‌پاشی و محلول‌دهی فسفر (F۱۰N۱۰(mg/L استفاده شد بیشتر از سایر محلول‌های فسفر بود اما تیمار (F۱۰N۲۰(mg/L بهبود صفات رشدی گیاه توت‌فرنگی را به دنبال داشت.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله صمیمانه‌ترین سپاس خود را به پرسنل محترم دانشگاه شاهد که خالصانه در اجرای این پژوهش یاری‌گر بودند تقدیم داشته و از درگاه پروردگار متعال توفیق روزافزون آن‌ها را خواستارم.

منابع

Abd-Allah, A. S. E. 2006. Effect of spraying some macro and micro nutrients on fruit set, yield and fruit quality of Washington Navel orange trees. *Journal of Applied Sciences Research*, 2: 1059-1063.

Abu-Alrub, I., 2019. Effect of Different Rates of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on Yield and Quality of Greenhouse Tomato Under the UAE Condition. EC Agriculture, 5: 139-146.

Ali, A., Abrar, M., Sultan, M. T., Din, A., and B. Niaz. 2011. Post-harvest physicochemical changes in full ripe strawberries during cold storage. *Journal of Anim Plant Sciences*. 21: 38-41.

Ashkevari, A., Zadeh, S. H., and M. Miransari. 2010. Potassium fertilization and fruit production of page citrus on a punsirus rootstock: quantitative and qualitative traits. *Journal of plant nutrition*. 33: 1564-1578.

Bukvić, G., Antunović, M., Popović, S., and M. Rastija, 2003. Effect of P and Zn fertilisation on biomass yield and its uptake by maize lines (Zea mays L.). *Plant Soil Environ*. 49: 505-510.

Dargahi., Y., Asghari, A., Shokrpour, M. and Rasoulzadeh, A. 2013. Effect of water deficit stress on root morphoogical characters in sesame cultivars. *Journal of Crop Production*. 5: 151-172.

Davar panah, S, Babalar, M., Askari, M., Hosseini, M., and M. Amani Beni. 2014. Effect of Foliar Spray of Mono and Di-potassium Phosphate on Some Quantitative and Qualitative Characteristic of Pomegranate Fruit (*Punica granatum L. cv. Malas e Saveh*), *Journal of Horticultural Science*, 28: 379-387.

Dlamini, S. M. 1990. Analysis of smallscale farmers' incremental technology adoption behavior in Swaziland (No. Look under author name. CIMMYT.).

Dodman, M and M.E, Amiri. 2013. Effect of N, K and Mg on yield and fruit quality of strawberry (Fragaria×ananasa cv. Sun Rise) in hydroponic culture conditions. *Journal of Greenhouse Culture Science and Technology*. 4: 111-118.

Goldani, M., zare, H., and M. kamali. 2016. Evaluation of Different Levels of Nitrogen and Phosphorus Fertilizers on Shoot and Root Characteristics of Echinacea purpurea, *Journal of Horticultural Science*. 30(3): 366-375.

Ilgin, M., Colak, A., and N. Kaska. 2006. Effects of the Different Growing Media on the Yield and Quality of Some Strawberry (Fragaria × ananasso) Cultivars. *Journal of Biological Sciences*, 6: 501-506.

Jain, A. Poling, M.D. Karthikeyan, A.S. Blakeslee, J.J. Peer, W.A. Titapiwatanakun, B. Murphy, A.S., and K.G. Raghothama. 2007. Differential effects of sucrose and auxin on localized phosphate deficiency-induced modulation of different traits of root system architecture in Arabidopsis. *Plant Physiology*. 144: 232-247.

Jones Jr, J.B., 2016. Hydroponics: a practical guide for the soilless grower. CRC press.

Kashi, a and J, Hekmati. 1991. Growing strawberries.

Maier, N. A., McLaughlin, M. J., Heap, M., Butt, M., and M. K. Smart. 2002. Effect of current-season application of calcitic lime and phosphorus fertilization on soil pH, potato growth, yield, dry matter content, and cadmium concentration. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33: 2145-2165.

Mathur, D. D., and A. S. Bhagsari. 1983. Effect of photosynthetically radiation, temperature and antitranspirants on photosynthesis and respiration of leather lefern. *Horticulture science*. 18: 189-191.

Molaie, M., Tabatabaei, S., Sharafi, Y. 2018. The effect of foliar application of glucose and mono potassium phosphate (KH2PO4) on some characteristics of strawberry cultivar "Camarosa" in Hydroponic condition. *Horticultural Plants Nutrition*. 1(2): 51-64.

Morgan, L., 2006. Hydroponic strawberry production. Suntec (NZ).

Salinas, J.G., and P.A. Sanchez. 1976. Soil-plant relationships affecting varietal and species differences in tolerance to low available soil phosphorus. *Ciênciae Cultura, São Paulo*, 28:156-168.

Shalaby, A. S., El-Gengaihi, S. E., Agina, E. A., El-Khayat, A. S., and S. F. Hendawy. 1997. Growth and yield of Echinacea purpurea L. as influenced by planting density and fertilization. *Journal of herbs, spices and medicinal plants*. 5: 69-76.

Shen, J., Yuan, L., Zhang, J., Li, H., Bai, Z., Chen, X., Zhang, W. and F. Zhang. 2011. Phosphorus dynamics: from soil to plant. *Plant physiology*. 156: 997-1005.

Skudra, I. and A. Skudra. 2004. Phosphorus concentration in soil and in winter wheat plants. In Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, September, Brisbane, Australia.

Tabatabaei, S.J. 2013. Principles of mineral Nutrition Plant. Tabriz university.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Plant Physiology. Sinauer Associates.

Takeda, F. 2000. Out of season greenhouse strawberry production in soilless substrate. Adv. In Strawberry Res. 18: 4-15.

Valentinuzzi, F., Mason, M., Scampicchio, M., Andreotti, C., Cesco, S. and T. Mimmo. 2015. Enhancement of the bioactive compound content in strawberry fruits grown under iron and phosphorus deficiency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 95: 2088-2094.

Wang, S. Y., and H. Gao. 2013. Effect of chitosan-based edible coating on antioxidants, antioxidant enzyme system, and postharvest fruit quality of strawberries (*Fragaria × aranassa Duch*.). *LWT-Food Science and Technology*. 52: 71-79.

Winsor, G. W. 1973. Nutrition. In the U. K. Tomato Manual. London: Grower Books.