

## ارزیابی رشد، عملکرد و غلظت عناصر دو رقم توت‌فرنگی (*Fragaria*)

### xananassa Duch) در شرایط کشت خاکی و بدون خاک

مهدی حدادی‌نژاد<sup>۱</sup>، کامران قاسمی<sup>۲\*</sup>، فاطمه شادمهری<sup>۳</sup>، عبدالحمید ایزدیاری<sup>۴</sup>

۱- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، پژوهشکده فناوری های زیستی گیاهان دارویی، دانشگاه علوم کشاورزی و

منابع طبیعی ساری، ساری، ایران. mehdihadadi@gmail.com

۲- نویسنده مسئول و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری،

ایران. kamranghasemi63@gmail.com

۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.

f.shadmehri@yahoo.com

۴- کارشناس ارشد، سازمان نظام مهندسی ساری، ساری، ایران. izadyarhamid@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۱

#### چکیده

استان مازندران به عنوان دومین تولیدکننده توت‌فرنگی کشور، رقم کاماروسا کشت غالب را تشکیل می‌دهد. با وجود تولید مطلوب محصول رقم گاوپوتا در شرایط گلخانه‌ای، کشت خاکی آن به عنوان رقم جایگزین، رشد و عملکرد مطلوبی به همراه نداشت. این پژوهش با هدف شناسایی عوامل تغذیه‌ای مؤثر بر عدم موفقیت کشت رقم گاوپوتا انجام گرفت. برای این منظور در دو آزمایش جداگانه اما هم‌زمان، شرایط کشت خاکی رایج در منطقه در کنار کشت بدون خاک برای دو رقم کاماروسا و گاوپوتا فراهم و در پایان دوره صفات رویشی بوته شامل برگ، طوقه و ریشه در کنار تجزیه عناصر برگ و خاک مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد در کشت بدون خاک ارقام کاماروسا و گاوپوتا در عملکرد و صفات مختلف رویشی به جز وزن تر و حجم ریشه، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند؛ اما در کشت خاکی رقم کاماروسا در بیشتر صفات مرتبط به برگ، طوقه و ریشه به‌طور معنی‌داری برتر از رقم گاوپوتا بود. نتایج تجزیه غلظت عناصر غذایی محیط ریشه در کشت خاکی نشان داد میزان روی و مس در محیط ریشه گیاه چند برابر حد مطلوب بوده و بوته‌ها در معرض بیش‌بود این عناصر قرار داشتند. با این حال غلظت نیتروژن برگ کمتر از حد مطلوب دیده شد و جذب پتاسیم در رقم گاوپوتا با کارایی بهتری نسبت به کاماروسا صورت گرفت. نتایج نهایی نشان داد که با توجه به موفقیت رقم گاوپوتا در کشت بدون خاک، عدم توفیق آن در کشت مزرعه‌ای مرتبط با عوامل خاکی مانند سمیت مس ناشی از عدم رعایت اصول مدیریتی بوده و ارتباطی با اقلیم منطقه ندارد. بنابراین کشت این رقم در مازندران با مدیریت تغذیه‌ای ویژه یا کشت بدون خاک امکان‌پذیر خواهد بود.

کلمات کلیدی: گاوپوتا، کاماروسا، عناصر غذایی، آبکشت

## مقدمه

توت‌فرنگی اکتاپلوئید (*Fragaria × ananassa Duch*) از خانواده وردسانان و نتیجه دورگ‌گیری توت‌فرنگی کوچک و معطر شمال شرق آمریکا (*F. virginiana*) و توت‌فرنگی بزرگ، مقاوم به خشکی و سرمای آمریکای لاتین (*F. chiloensis*) می‌باشد. بیشتر ارقام تجاری توت‌فرنگی اکتاپلوئید و حاصل از همین تلاقی هستند (Jiajan *et al.*, 2005). میزان تولید محصول توت‌فرنگی کشور در سال ۱۳۹۶ برابر با ۶۲ هزار تن بوده است که ۱۴/۵ هزار تن از آن مربوط به استان مازندران است (شادمهری و همکاران، ۱۳۹۶). عملکرد توت‌فرنگی مزرعه‌ای استان به‌طور متوسط ۳۰ تا ۳۲ تن در هکتار است که معادل عملکرد ۳۰۰ گرم در بوته با تراکم ۶۰-۴۰ هزار بوته در هکتار می‌باشد. کمیت و کیفیت محصول توت‌فرنگی به‌شدت تحت تأثیر رقم، اقلیم و بستر کشت قرار می‌گیرد. واکنش ارقام مختلف به عوامل محیطی می‌تواند بسیار قابل توجه باشد؛ به‌طوری‌که برخی ارقام در شرایط یکسان اقلیمی واکنش بهتری از خود نشان می‌دهند. بنابراین، انتخاب رقم مناسب و سازگار از مهم‌ترین عوامل مؤثر در کیفیت و عملکرد مطلوب محسوب می‌گردد (منیعی، ۱۳۸۵).

در مازندران کشت توت‌فرنگی اغلب به‌صورت خاکی در مزارع و برخی گلخانه‌ها انجام می‌شود؛ هرچند اخیراً کشت بدون خاک هم رایج شده است (ایزدیار و همکاران، ۱۳۹۳). رقم کاماروسا رقم غالب مناطق اصلی توت‌فرنگی کاری در استان مازندران است. کاماروسا<sup>۱</sup> از ارقام روزکوتاه توت‌فرنگی بوده که منشأ پیدایش آن، ایالت کالیفرنیا است. این رقم در سال ۱۹۹۲ توسط دانشگاه کالیفرنیا از تلاقی

بین رقم دوگلاس<sup>۲</sup> با یکی از ژنوتیپ‌های برتر معرفی شده است (Voth *et al.*, 1994) و در شرایط نیمه‌گرمسیری و خشک، دوره باردهی طولانی دارد. این رقم از ارقام بسیار مهم در جهان بوده که میوه‌هایی بزرگ و سفت با عملکرد بالا دارد (Nankali *et al.*, 2014). رقم گایوتا<sup>۳</sup> نیز رقمی روزکوتاه است که در دانشگاه کالیفرنیا از بین نتایج حاصل از تلاقی بین دو ژنوتیپ برتر انتخاب شده و کشت آن در سطح وسیعی رایج است (Shaw, 1998). گایوتا دارای میوه‌های متوسط تا درشت و سفت مخروطی بوده و فرم گیاه ایستاده و قائم‌تر از کاماروسا بوده و به لکه برگی فیتوفترایی و ورتیسیلیوم حساسیت زیادی ندارد (Nankali *et al.*, 2014).

در پژوهشی اثر متقابل رقم و شرایط محیطی بر جوانب مختلف رشد رویشی و زایشی توت‌فرنگی بررسی شد تا رقمی مناسب شناسایی گردد که بتواند کیفیت خود را پس از ارسال به بازار دور نیز به‌خوبی حفظ نماید. نتایج نشان داد علاوه بر تأثیر اثر مالچ، زمان کاشت و سرمادهی بوته روی صفات رویشی و زایشی ارقام چندلر<sup>۴</sup> و تیوگا<sup>۵</sup> برای افزایش عملکرد توصیه شدند (Rice, 1990). در بررسی عملکرد رقم‌های مختلف در آب و هوای مدیترانه‌ای ترکیه در دو سال پی‌درپی عملکرد رقم کاماروسا در هر دو سال بیشتر از رقم گایوتا به‌دست آمد و عملکرد در سال نخست به ترتیب برای رقم‌های کاماروسا و گایوتا ۱۷۴ و ۱۱۵ گرم در بوته و در سال دوم ۳۱۷ و ۲۷۳ گرم در بوته گزارش شد (Ozyugur *et al.*, 2006). در پژوهشی دیگر خصوصیات فیزیکوشیمیایی ۲۰ رقم توت‌فرنگی از جمله

2 Douglas

3 Gaviota

4 Chandler

5 Tioga

<sup>1</sup> Camarosa

کشت رایج بررسی نمایند. پژوهش حاضر پس از اعلام عدم موفقیت کشت خاکی رقم جایگزین گاوپوتا توسط مهم‌ترین شرکت تعاونی فعال در زمینه توت‌فرنگی برای یافتن علت عدم موفقیت و ممانعت از هدر رفت سرمایه توت‌فرنگی کاران طرح‌ریزی گردید. بنابراین، هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی و مقایسه صفات رویشی و عناصر غذایی دو رقم کاماروسا و گاوپوتا در شرایط کشت خاکی و بدون خاک، با هدف شناسایی علل ناکامی کشت گاوپوتا به عنوان رقم جایگزین کاماروسا در کشت مزرعه‌ای استان مازندران بود.

## مواد و روش‌ها

### آزمایش اول (کشت خاکی)

بدین منظور آزمایش اول در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو تیمار (رقم) شامل کاماروسا و گاوپوتا در سه تکرار از آبان تا خردادماه سال زراعی، در یکی از زمین‌های شرکت تعاونی چهار فصل بهنمیر واقع در شهرستان ساری همراه با عملیات رایج کاشت، داشت و برداشت انجام گرفت. نشاهای توت‌فرنگی از منابع محلی تولیدکننده نشا در منطقه بهنمیر تهیه و پس از انجام عملیات مربوط به تهیه بستر و افزودن کود مرغی (شرکت رازی به میزان ۴۰ تن در هکتار) به بستر و نصب مالچ پلاستیکی سیاه‌رنگ به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر و به صورت چهار ردیفه با فاصله ۲۵ سانتی‌متر (تراکم نهایی ۴۰ هزار بوته در هکتار)، روی بستر برآمده با ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر کشت شده و آبیاری قطره‌ای با استفاده از نوار با سوراخ‌های ثابت ۲۰ سانتی‌متری برای آن‌ها انجام شد. هر واحد آزمایشی حاوی چهار ردیف و با فاصله ۹۰ سانتی‌متر از یکدیگر و هر ردیف حاوی ۱۰۰ بوته توت‌فرنگی بود. در طول دوره

ارقام کاماروسا و گاوپوتا به صورت کشت خاکی در شرایط آب و هوایی کردستان بررسی و گزارش شد که بین ارقام کاماروسا و گاوپوتا تفاوت معنی‌داری در خصوص عملکرد وجود داشت (عرب تاژاندره و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین، بررسی ده رقم توت‌فرنگی از جمله کاماروسا و گاوپوتا در شرایط گلخانه‌ای در جیرفت نشان داد که این ارقام از لحاظ عملکرد با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند بنابراین برای کشت در گلخانه‌های جیرفت توصیه شدند (خوشکام، ۱۳۸۹). در پژوهشی دیگر ارزیابی عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی شش رقم توت‌فرنگی از قبیل گاوپوتا و کاماروسا در شرایط آب‌کشت انجام گرفت (صالح احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). بررسی ارقام کویین الیزا<sup>۶</sup>، کاماروسا و گاوپوتا در کشت بدون خاک و در فضای آزاد شهرستان ساری نشان داد که زمان کاشت مناسب این ارقام با یکدیگر متفاوت است و برای رقم گاوپوتا زمان کشت اوایل پاییز توصیه گردید (شادمهری و همکاران، ۱۳۹۶). بررسی اثر تنش خشکی بر ارقام کاماروسا، مرک<sup>۷</sup> و گاوپوتا نیز نشان داد که رقم کاماروسا در شرایط تنش خشکی در مقایسه با دو رقم دیگر از پتانسیل آبی بالاتری برخوردار است و رقم گاوپوتا از این لحاظ حساس‌ترین بود (قادری و سی و سه مرده، ۱۳۹۲).

با وجود رشد سطح زیر کشت توت‌فرنگی در شهرستان ساری که حاکی اشتغال‌زایی بالای آن است، مشکلاتی همچون کشت تک رقم، عدم رشد مطلوب ارقام جایگزین و عدم دسترسی به نهاده‌ها، به چالشی جدی برای تعاونی‌های خصوصی فعال در این زمینه تبدیل شده و ایشان را بر آن داشته تا موفقیت سایر ارقام را در شرایط

<sup>6</sup> Queen Elisa

<sup>7</sup> Merck

مهدی حدادی نژاد و همکاران: ارزیابی رشد، عملکرد و غلظت عناصر دو رقم توت‌فرنگی (*Fragaria ×ananassa Duch*) در...

و خشک برگ (میلی گرم) با کمک ترازوی دیجیتال مشابه انجام گرفت. اندازه‌گیری قطر طوقه (میلی متر) با کولیس و وزن تر و خشک (میلی گرم) با ترازوی دیجیتال انجام شد.

#### آزمایش دوم (کشت بدون خاک)

هم‌زمان با آزمایش اول دو رقم مورد بررسی در شرایط کشت بدون خاک (بستر پیت ماس و پرلایت به نسبت ۸۰ به ۲۰) در گلدان‌های سه لیتری سیاه‌رنگ پلاستیکی با تراکم چهار گلدان در مترمربع (هر واحد آزمایش شامل ۵ بوته)، در گروه علوم باغبانی در فضای باز در قالب طرح کاملاً تصادفی کشت شدند. سیستم آبیاری و کوددهی از نوع سیستم باز بوده و آب اضافی از دسترس گیاه خارج می‌شد. آبیاری با توجه به شرایط آب و هوایی (جدول ۱) و بارندگی، در فصل زمستان یک‌بار در هفته و در فصل تابستان هرروز به‌صورت قطره‌ای با دبی دو لیتر در ساعت به مدت ده تا ۱۲ دقیقه انجام شد.

پرورش ساقه‌های رونده با هدف تقویت انشعابات طوقه که یکی از اجزای مهم عملکرد می‌باشد، حذف شدند. در بهار مطابق با برنامه رایج از کودهای مایع برای تغذیه و از قارچ‌کش و کنه‌کش‌ها جهت کنترل آفات و بیماری‌ها استفاده شد. در پایان دوره بوته‌ها به همراه خاک محیط ریشه برداشت و به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی منتقل گردید. ابتدا با قرار دادن ریشه در آب، خاک از ریشه‌ها به‌طور کامل جدا شد و سپس برگ‌های دو رقم توت‌فرنگی به همراه نمونه خاک محیط ریشه به‌طور جداگانه تهیه و آماده شده و در آزمایشگاه خاک‌شناسی مورد تجزیه عناصر قرار گرفت. به دلیل عدم تولید محصول تجاری در گاوینوتا صفات مربوط به میوه ارزیابی نگردید. اندازه‌گیری صفات ریشه شامل قطر و طول با خط‌کش، رنگ از طریق امتیازدهی چشمی به درصد (De Herralde *et al.*, 2010)، وزن تر و خشک با ترازوی دیجیتال و حجم ریشه محاسبه شد. طول و عرض برگ (سانتی‌متر) با خط‌کش و وزن تر

جدول ۱- شرایط محیطی شهرستان ساری در طول مدت بررسی شرایط کشت دو رقم توت‌فرنگی (آمار سازمان هواشناسی)

Table 1- Sari Environmental conditions during the investigation of two varieties of strawberry culture conditions (Statistics office of meteorology)

	unit	Spring	Winter	Fall
Minimum Temperature	°C	13.5	5.02	10.31
Maximum Temperature	°C	22.8	14.73	20.09
Mean Temperature	°C	18.1	9.74	15.20
Sun Shine	Hours of daylight	652	137.5	166.9
Relative humidity	%	76	77.7	77.5
Precipitation	mm	169.4	234.1	268.2

کوددهی (جدول ۲) به صورت دستی و یکبار در هفته با استفاده از کودهای کامل تجاری، فوسامکو ۴ (Phosamco<sup>TM</sup>4) محصول شرکت کاوین (Kavin) با نسبت NPK (۱۰۰، ۴۰، ۷۰) در فصل‌های پاییز و زمستان و کود مکس ۲۰ (Max 20) محصول شرکت فرموکو

(Fermico - Kimiya Co) با نسبت NPK (۲۰، ۲۰، ۲۰) در فصل‌های بهار و تابستان به صورت محلول با نسبت یک در هزار انجام شد. پی اچ نهایی محلول ۶ و هدایت الکتریکی آن حدود ۲ دسی زمینس بر متر تنظیم شد.

جدول ۲- غلظت نهایی عناصر در محلول نهایی بکار رفته برای دو رقم توت فرنگی در کشت بدون خاک

Table 2- Final concentration of nutritional elements of two varieties of strawberry in soilless culture

Microelements						Macro elements				Fertilizer name
Molybdenum (Mo)	Boron (B)	Manganese (Mn)	Copper (Cu)	Zinc (Zn)	Iron (Fe)	Magnesium (Mg)	Potassium (K)	Phosphorus (P)	Nitrogen (N)	
0.03	0.2	1.3	1	0.7	0.07	1.8	70	40	100	Phosamco (g L <sup>-1</sup> )
-	0.02	0.05	0.05	0.05	0.01	0.50	20	20	20	Max 20%

در پایان دوره صفات رویشی بوته شامل برگ (طول، وزن تر، وزن خشک و عرض)، طوقه (قطر، وزن تر، وزن خشک و تعداد)، ریشه (قطر، طول، رنگ، وزن تر، وزن خشک و حجم) طبق دستورالعمل بکار رفته در آزمایش اول مورد سنجش قرار گرفت. همچنین در کشت بدون خاک عملکرد کل هر بوته از طریق مجموع وزن میوه‌ها در زمان رسیدگی کامل و تقسیم حاصل جمع آن‌ها بر تعداد بوته در واحد آزمایشی محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

می‌رسد اختلاف معنی‌دار مشاهده شده در وزن تر و حجم ریشه منشأ ژنتیکی داشته باشد و برخورداری از والدین متفاوت در کاماروسا (Douglas×Cal 85.218-605) با گاوپوتا (Cal 87.112-6×Cal 88.270-1) منجر به بروز این تفاوت معنی‌دار در هر دو رقم گردیده است (De Herralde *et al*, 1994). رقم کاماروسا با میانگین حجم ریشه ۱۹/۵

## نتایج و بحث

### مقایسه ارقام در کشت بدون خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در کشت بدون خاک، ارقام اکتاپلوئید کاماروسا و گاوپوتا در صفات مختلف رویشی به جز وزن تر و حجم ریشه، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۳ و شکل ۱). به نظر

مهدی حدادی نژاد و همکاران: ارزیابی رشد، عملکرد و غلظت عناصر دو رقم توت‌فرنگی (*Fragaria ×ananassa Duch*) در...

رقم‌های کاماروسا و گاوپوتا مشخص شد که در شرایط کشت در خاک عملکرد و تعداد میوه در رقم کاماروسا بیشتر از رقم گاوپوتا بود اما در رقم گاوپوتا میانگین وزن میوه بیشتر بود (Bussell *et al.*, 2005). افزون بر این بیشترین عملکرد وزن میوه در رقم کاماروسا ۱۲۴۶ و رقم گاوپوتا ۹۸۶ گرم در بوته به دست آمد (Bussell *et al.*, 2005). همچنین، نتایج پژوهش دیگر نشان داد که رقم گاوپوتا در زمینه تولید تعداد ساقه رونده، از برتری معنی‌داری نسبت به رقم کاماروسا برخوردار بود (صالح احمدی و همکاران، ۱۳۹۳).

سانتی‌متر مکعب و وزن تر ۱۳/۷ گرم از رشد ریشه بالاتری نسبت به گاوپوتا با حجم ۱۴ سانتی‌متر مکعب و وزن تر ۶/۹۶ گرم برخوردار بود (شکل ۱). اندازه سیستم ریشه‌ای توت‌فرنگی به خصوصیات ژنتیکی و شرایط رشدی گیاه بستگی دارد، به‌طوری‌که ارقام مستعد تولید ساقه‌های رونده بیشتر، از سیستم ریشه‌ای کوچک‌تری برخوردارند (Galletta and Bringham, 1990).

نتایج پژوهش روی صفات میوه نیز نشان داد که ارقام کاماروسا و گاوپوتا از لحاظ اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شادمهری و همکاران، ۱۳۹۶). در پژوهشی با بررسی

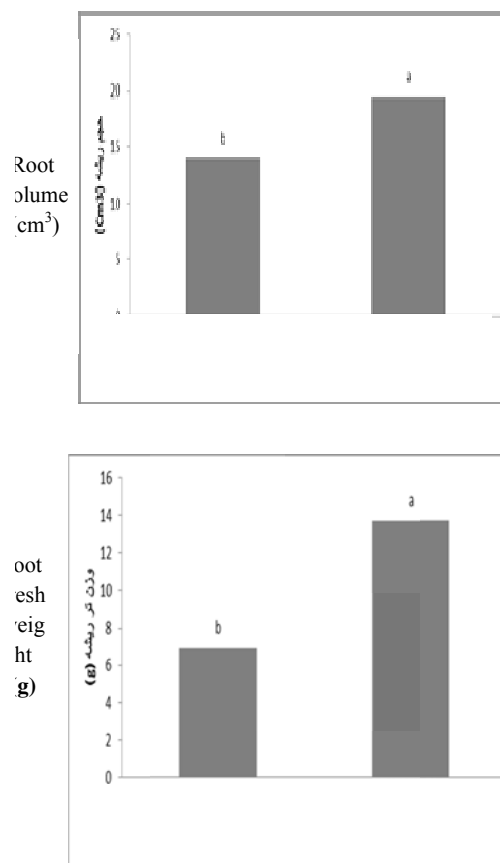
جدول ۳- تجزیه واریانس صفت‌های کمی دو رقم توت فرنگی در کشت بدون خاک

Table 3- Analysis of variance for quantitative characteristics of two strawberry cultivars in soilless culture

mean squares																	
Crown			5 leaves characteristics							root				Diameter	df	source of variation	
yield	number	Dry weight	Fresh weight	Diameter	Dry weight	Fresh weight	Width	length	Volume	Dry weight	Fresh weight	Brown yellow	Yellow white				سفید
g	num	g	g	cm	g	g	cm	cm	ml	g	g	%	%	%	cm		
104.1 <sup>ns</sup>	0.13 <sup>ns</sup>	0.53 <sup>ns</sup>	1.04 <sup>ns</sup>	0.10 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	0.034 <sup>ns</sup>	0.089 <sup>ns</sup>	0.34 <sup>ns</sup>	45.3 <sup>*</sup>	0.69 <sup>ns</sup>	89.7 <sup>*</sup>	3.3 <sup>ns</sup>	3.3 <sup>ns</sup>	13.3 <sup>ns</sup>	7.008 <sup>ns</sup>	1	cultivar
298	0.8	0.50	0.42	0.38	0.015	0.099	0.44	0.19	1.62	0.57	7.63	5.5	5.5	27.2	7.2	3	error
6.2	42.8	22.44	21.20	15.27	17.82	15.62	5.19	6.30	7.6	22.95	22.77	16.83	2.98	67.3	10.4	-	CV

\*,\*\* significant level in 0.05 and 0.01 respectively.

(جدول ۵). از نظر طول ریشه، کاماروسا ریشه‌های طولی‌تری را تولید نمود به طوری که طول ریشه آن حدود ۲/۴ برابر طول ریشه رقم گاوپوتا بود (جدول ۵). رشد ریشه می‌تواند ژنتیکی باشد همچنین معمولاً رشد ریشه‌ها تحت تأثیر تنش کاهش می‌یابد. جانسین اثر منفی تنش یا موانع شیمیایی یا فیزیکی بر رشد عمودی ریشه افزایش میزان ریشه‌های نرم و سطحی می‌باشد (Southey, 1992). رنگ‌های سفید، سفید زرد و زرد قهوه‌ای به ترتیب سن کم، سن متوسط و سن زیاد ریشه را نشان می‌دهند و با افزایش طول عمر ریشه‌ها از قدرت جذب آن‌ها نیز به شدت کاسته می‌شود. همان‌طور که در جدول ۳ نیز آمده است رقم کاماروسا در اوج فصل برداشت ۱۷/۵ درصد ریشه سفید داشت در حالی که رقم گاوپوتا ریشه سفیدی نداشت. این مسئله می‌تواند گویای پویایی و فعالیت طولانی‌تر ریشه‌های کاماروسا باشد، اما گاوپوتا علاوه بر رشد ضعیف‌تر ریشه که با شاخص‌هایی نظیر طول و وزن مشخص می‌شود، دوره رشد کوتاه‌تری نیز نسبت به رقم کاماروسا داشت. نکته حائز اهمیت دیگر این‌که وجود ریشه‌های فعال در اواخر فصل رشد می‌تواند به جذب عناصر معدنی بالا و در نتیجه افزایش طول دوره برداشت کمک شایانی نماید. در کشت خاکی در رقم کاماروسا ریشه‌ها از نظر وزن تر حدود چهار برابر و از نظر حجم بیش از سه برابر رقم گاوپوتا بود. تمام صفات مربوط به برگ شامل طول، عرض، وزن تر و وزن خشک به‌طور معنی‌داری در رقم کاماروسا بیشتر از گاوپوتا بود (جدول ۵). از آنجایی که برگ‌ها محل فتوسنتز هستند، رشد مناسب برگ می‌تواند در کیفیت و کمیت محصول تولید شده تأثیر مستقیم بگذارد. از نظر شاخص‌های مرتبط با برگ نیز کاماروسا دارای برتری معنی‌داری بود و همین موضوع عملکرد خوب، موفقیت



شکل ۱- مقایسه میانگین صفات حجم ریشه (بالا) و وزن تر ریشه (پایین) دو رقم توت‌فرنگی در کشت بدون خاک

Figure 1- Mean comparison of root volume (up) and root fresh weight (down) of two strawberry cultivars in soilless culture.

### مقایسه ارقام در کشت خاکی

همان‌طور که نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می‌دهد در کشت خاکی دو رقم کاماروسا و گاوپوتا به جز وزن خشک ریشه در سایر صفات مورد بررسی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع رقم قرار گرفت (جدول ۴) که تفاوت مشهودی با شرایط کشت بدون خاک داشت. قطر ریشه در رقم کاماروسا (۰/۰۶ سانتی‌متر) به‌طور معنی‌داری بیشتر از رقم گاوپوتا (۰/۰۴ سانتی‌متر) بود



گیاه دختری بیشتری تولید می‌کنند سیستم گسترش ریشه آن‌ها در خاک کمتر از ارقامی است که گیاه دختری تولید نمی‌کنند (جلیلی مرندي، ۱۳۸۷). نتایج پژوهشی دیگر نیز نشان داد که صفت تعداد ساقه رونده رقم گاوپوتا در شرایط آبکشت با تولید میانگین ۶/۱۳ عدد، برتری معنی‌داری نسبت به رقم کاماروسا داشت (صالح احمدی و همکاران، ۱۳۹۳).

با توجه به عدم موفقیت رقم گاوپوتا در شرایط کشت خاکی در ساری نسبت به رقم کاماروسا که مطابق با نتایج سایر محققان در کردستان (عرب تازاندره و همکاران، ۱۳۹۴) و کرمان (خوشکام، ۱۳۸۹) بود و با وجود عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار در اکثر صفات این دو رقم در شرایط کشت بدون خاک لازم بود از دیدگاه شرایط تغذیه و تقابل آن با ژنتیک نیز این ارقام مورد بررسی بیشتر قرار گیرند.

تولید و توسعه این رقم در استان مازندران را توجیه می‌نماید.

طوقه در توت‌فرنگی دارای اهمیت بالایی است به‌طوری‌که گیاهان با طوقه بزرگ‌تر محصول بیشتری نیز تولید می‌کنند. مقایسه دو رقم از نظر قطر طوقه، وزن تر و خشک طوقه و تعداد طوقه نشان داد که رقم کاماروسا در تمامی شاخص‌های ذکر شده به‌طور معنی‌داری نسبت به رقم گاوپوتا برتری داشت (جدول ۵).

نتایج یک پژوهش نشان داد که از نظر عملکرد، تفاوت معنی‌داری بین دو رقم کاماروسا و گاوپوتا در شرایط کشت خاکی در کردستان دیده شد (Southey, 2014). نتایج پژوهش حاضر با این نتایج منطبق بود زیرا در پژوهش حاضر نشان داده شد که علاوه بر عملکرد و به‌استثنا وزن خشک، در بقیه صفات طوقه، برگ و ریشه این دو رقم در شرایط کشت خاکی در ساری نیز با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. به‌طورکلی ارقامی از توت‌فرنگی که

مهدی حدادی نژاد و همکاران: ارزیابی رشد، عملکرد و غلظت عناصر دو رقم توت فرنگی (*Fragaria ×ananassa Duch*) در...

جدول ۴- تجزیه واریانس صفت‌های کمی دو رقم توت فرنگی در کشت خاکی

**Table 4- Analysis of variance for quantitative characteristics of two strawberry cultivars in open field soil culture**

mean squares																	df	source of variation
Crown			5 leaves characteristics						root									
number	Dry weight	Fresh weight	Diameter	Dry weight	Fresh weight	Width	length	Volume	Dry weight	Fresh weight	Brown yellow	Yellow white	white	length	Diameter			
num	g	g	cm	g	g	cm	cm	cm <sup>3</sup>	g	g	%	%	%	cm	cm			
0.76*	1.08**	7.2**	0.4*	0.419**	1.2**	51*	15.48**	0.8*	0.067 <sup>ns</sup>	0.631*	748.1**	1134.3**	459.3**	189.2**	0.001**	1	cultivar	
0.042	0.021	0.23	0.02	0.014	0.023	3.12	6.72	0.06	0.011	0.052	3.16	3.12	3.1	1.9	0.003	3	error	
15	16.6	16.7	15	18	12	16	23	18	21	21	9.4	4	20	9.9	10.4	-	CV	

\*, \*\* significant level in 0.05 and 0.01 respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات برگ، طوقه و ریشه دو رقم توت فرنگی در کشت خاکی

**Table 5- Mean comparison of leaves, crowns and roots characteristics of two strawberry cultivars in soil culture in Sari Mazandaran**

Crown		5 leaves characteristics						root								cultivars
Dry weight	Fresh weight	Diameter	Dry weight	Fresh weight	Width	length	Volume	Dry weight	Fresh weight	Brown yellow	Yellow white	white	length	Diameter		
num	g	g	cm	g	g	cm	cm	cm <sup>3</sup>	G	%	%	%	cm	Cm		
2.33 <sup>a</sup>	1.3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	1.33 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	2.84 <sup>a</sup>	13.36 <sup>a</sup>	7.15 <sup>a</sup>	3.16 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	30 <sup>a</sup>	52.5 <sup>a</sup>	17.5 <sup>a</sup>	19.5 <sup>a</sup>	0.06 <sup>a</sup>	amarosa	
1.66 <sup>b</sup>	0.45 <sup>b</sup>	1.8 <sup>b</sup>	0.8 <sup>b</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.6 <sup>b</sup>	7.53 <sup>b</sup>	3.9 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	0.57 <sup>b</sup>	7.6 <sup>b</sup>	30 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	8.26 <sup>b</sup>	0.04 <sup>b</sup>	gaviota	

Numbers followed by the same letter are not significantly differentns (P<0.01).

### غلظت عناصر غذایی برگ در کشت خاکی

نتایج تجزیه خاک اطراف ریشه در مزرعه مورد آزمایش که از جمله مزارع تجاری بود، نشان داد میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، روی، مس و منگنز در محیط ریشه هر دو رقم بیشتر از حد بحرانی برای توت فرنگی بوده و گیاهان در معرض کمبود عناصر قرار نداشتند (جدول ۶). عناصر مس و روی به میزان چندین برابر حد بحرانی در خاک موجود بودند که این مسئله مؤید مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی در مزرعه موردنظر است که متأسفانه علاوه بر اثرات مخرب زیست‌محیطی می‌تواند موجب عدم حصول نتایج مطلوب در بحث کمیت و کیفیت محصول گردد و در پژوهش حاضر احتمال اینکه حساسیت بالای

رقم گاوپوتا به بیش‌بود عناصر غذایی میکرو مانند مس دلیل عدم موفقیت این رقم در کشت خاکی بوده باشد را طرح می‌نمود.

نکته جالب‌توجه آنکه با وجود یکسان بودن خاک، شرایط و عملیات زراعی برای هر دو رقم، در انتهای آزمایش و با بررسی عناصر غذایی خاک محیط ریشه مشاهده شد که میزان تمامی عناصر مورد سنجش در خاک محیط ریشه رقم کاماروسا بیشتر از رقم گاوپوتا بود (جدول ۶) و این موضوع احتمال وجود سازوکاری که منجر به عدم جذب عناصر اضافی در گاوپوتا شده بود را مطرح می‌نمود.

جدول ۶- تجزیه خاک محیط ریشه دو رقم توت فرنگی در کشت خاکی

Table 6- Analysis Rhizosphere soil of two varieties of strawberry in soil cultivation

Electrical conductivity		Microelements				Macro elements			cultivar	TOW
EC	pH	Copper (Cu)	Zinc (Zn)	Iron (Fe)	Manganes e (Mn)	Potassium (K)	Phosphoru s (P)	Nitroge n (N)		
dS/cm	-	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>	mg g <sup>-1</sup>	mg g <sup>-1</sup>	mg g <sup>-1</sup>		
0.64	7.35	11	6.85	23.49	14.96	387.97	54.32	16	camarosa	1
0.64	7.58	6.83	2.97	22.96	12.13	339.27	23.2	16	Gaviota	2
<2	6-7	1	1	10	8	250-300	7-10	10	Critical limit*	3

\*Optimum level of elements from Malakuti *et al.*, (2005)

مقدار خیلی زیادی در برگ‌های رقم گاوپوتا تجمع یافته بود، در مورد بقیه عناصر برگ، این رقم اختلاف چندانی با رقم کاماروسا نداشت (جدول ۷).

هرچند اختلاف ژنتیکی گاوپوتا با کاماروسا قبلاً در زمینه وزن تر و حجم ریشه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (جدول ۳ و شکل ۱) اما به نظر می‌رسد این سازوکار صرفاً محدود به ریشه نبوده است زیرا به‌جز پتاسیم که به

جدول ۷- غلظت عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف در برگ بوته‌های دو رقم توت‌فرنگی و حد مطلوب آن‌ها

Table 7- Micronutrients and macronutrients concentrations in plant leaves two cultivars of strawberry and optimized

Microelements				Macro elements			cultivar	row
Copper (Cu) mg kg <sup>-1</sup>	Zinc (Zn) mg kg <sup>-1</sup>	Iron (Fe) mg kg <sup>-1</sup>	Manganese (Mn) mg kg <sup>-1</sup>	Potassium (K) mg g <sup>-1</sup>	Phosphorus (P) mg g <sup>-1</sup>	Nitrogen (N) mg g <sup>-1</sup>		
13.37	31.78	290.24	107.37	18.3	3.5	29.2	camarosa	1
17/34	18.72	268.24	90.87	33.4	3.9	20.5	Gaviota	2
10-20	40-70	100-170	70-100	20-30	2-3	30-40	optimum*	3

\*Optimum level of elements from Malakouti *et al.*, (2005)

انتخاب ارقام مناسب در برنامه‌های به‌نژادی لحاظ گردد (Trejo and Gomez, 2014). نتایج یک پژوهش در این رابطه نشان داد که با افزایش میزان کود نیتروژنه میزان کارایی جذب نیتروژن به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (حسینی و همکاران، ۱۳۹۲). در پژوهش دیگری بیان شد که با افزایش میزان کود نیتروژنه شاخص‌های مختلف مرتبط با کارایی نیتروژن نظیر شاخص برداشت نیتروژن، کارایی مصرف نیتروژن زراعی و کارایی مصرف فیزیولوژیکی نیتروژن کاهش معنی‌داری نشان داد (Ye *et al.*, 2007). به نظر می‌رسد کاهش پتانسیل آب به علت وجود مقادیر زیاد یون نیتروژن، امکان جذب آب و به‌تبع آن جذب یون‌های نترات و آمونیوم را مختل کند. بررسی ارقام کاماروسا و گاوپوتا نشان داد رقم کاماروسا در شرایط تنش در مقایسه با رقم‌های دیگر از پتانسیل آبی بالاتری برخوردار است و رقم گاوپوتا از این لحاظ حساس‌ترین بود (قادری و سی و سه مرده، ۱۳۹۲). احتمال دیگری که برای توضیح عدم جذب مؤثر نیتروژن وجود دارد آن است که به علت استفاده از کود حیوانی تجزیه نشده نیتروژن آلی زیادی در خاک مزرعه وجود داشت اما بیشتر نیتروژن موجود در خاک به فرم معدنی نبوده و قابلیت جذب برای گیاه را نداشته است هرچند در تجزیه خاک میزان این

متأسفانه همه‌ساله حجم بالایی کود مرغی (۴۰ تن در هکتار) به مزارع توت‌فرنگی داده می‌شود که به دلیل دارا بودن یک تا چهار درصد نیتروژن، نسبت به کودهای گاوی، گوسفندی و اسبی به ترتیب، ۶/۶، ۸ و ۵/۷ برابر نیتروژن بیشتری دارند (Jakson and Looney, 1993). این میزان نیتروژن به همراه کودهای شیمیایی مرسوم موجب زیادی نیتروژن کل خاک (جدول ۶) شده و بوته‌ها را تحت تنش قرار داده و مانع از افزایش غلظت نیتروژن در برگ و جذب آن در گیاهان شده است. به‌طوری‌که غلظت نیتروژن برگ کمتر از حد مطلوب دیده می‌شود (جدول ۷). بیش‌بود نیتروژن بوته‌های توت‌فرنگی را با کاهش وزن خشک، رشد طوقه، ریشه و سطح برگ مواجه نموده و قطر طوقه را کاهش می‌دهد. علاوه بر این کارایی نیتروژن در بوته‌ها وقتی با سامانه آبیاری قطره‌ای آبیاری شوند (حالت رایج) تا ۱۹ درصد نسبت به آبیاری تغلی (روش سنتی) افزایش می‌یابد (Trejo and Gomez, 2014) و اثر منفی بیش‌بود نیتروژن را تشدید خواهد نمود. بازده ارقام مختلف توت‌فرنگی با مقدار نیتروژن به‌کاررفته نسبت عکس دارد و این نسبت در ارقام پرمصرف همچون کاماروسا (۱۸۳ کیلوگرم در هکتار) پرننگ‌تر است. از آنجاکه بهره‌وری مصرف مواد غذایی وابسته به رقم است، می‌تواند به‌عنوان مبنا برای

قابلیت جذب بالای پتاسیم استفاده نمایند ولی اینکه آیا افزایش جذب پتاسیم یک خصوصیت ژنتیکی پایدار است یا اینکه در پاسخ به شرایط به صورت موقتی رخ داده است نیاز به بررسی بیشتری دارد.

میزان آهن موجود در برگ هر دو رقم بیشتر از حد مطلوب بود که خود می‌تواند اثرات منفی بر رشد و عملکرد برجای بگذارد (جدول ۷). با توجه به بالاتر از هفت بودن pH خاک مزرعه و اثر محدودکننده ناشی از آن بر جذب حاکی آهن، این میزان جذب به دلیل محلول‌پاشی‌های روی اندام هوایی رخ داده است. به‌طوری‌که از زمان فعال شدن گیاه در بهار تا قبل از باردهی استفاده مداوم از کودهای مختلف و محلول‌پاشی آن‌ها امری رایج در مزرعه محل پژوهش و سایر مزارع مشابه در منطقه محسوب می‌شود. بیش‌بود آهن در بافت‌های گیاهی موجب افزایش رادیکال‌های آزاد می‌شود که می‌تواند به ساختارهای سلولی صدمات برگشت‌ناپذیری وارد نماید و همچنین می‌تواند موجب افزایش اتیلن در برگ گردد؛ لذا بیش‌بود آهن می‌تواند شدیداً برای گیاه مضر باشد (Meharban and Abdolzadeh, 2012). سمیت آهن مشکلی است که برای گیاهان در حال رشد خاک‌های به‌شدت احیایی (مانند خاک‌های اراضی پست و غرقاب، اراضی با زهکشی نامناسب، فشرده یا خاک‌هایی با تهویه نامناسب) و یا خاک‌های اسیدی به‌شدت هوادیده‌ی مناطق حاره و نیمه‌حاره دیده می‌شود. یکی از نشانه‌های سمیت آهن، لکه‌های نکروتیک یا بافت‌مردگی<sup>۸</sup> (بافت‌های سیاه مرده) است که با لکه‌های قهوه‌ای تا بنفش در برگ‌ها، عدم رشد ریشه و قهوه‌ای شدن برگ‌ها همراه است.

عنصر بالا بود (جدول ۶). به دیگر سخن، میزان نیتروژن کل در آنالیز خاک بالا بوده است نه نیتروژن قابل‌جذب برای گیاه.

غلظت زیاد پتاسیم در برگ رقم گاوپوتا (جدول ۷) می‌تواند نشان‌دهنده جذب بیشتر این عنصر باشد که خود اثر آنتاگونیستی روی جذب کاتیون‌هایی مانند منیزیم و کلسیم می‌گذارد. برخلاف رقم گاوپوتا که میزان پتاسیم آن بیشتر از حد بهینه بود، رقم کاماروسا احتمالاً دارای توانایی پایینی در جذب پتاسیم بوده لذا با کمبود پتاسیم مواجه شده است (جدول ۷). جالب آنکه بنابر نتایج حاصل از آبکشت (شکل ۱)، کاماروسا به لحاظ ژنتیکی از حجم و وزن تر ریشه بیشتری برخوردار بوده و به نظر می‌رسد ریشه گاوپوتا با وجود حجم و وزن کمتر، انتخابی عمل کرده و مقدار بیشتری از عنصر پتاسیم خاک را به بخش هوایی منتقل کرده است. نتایج پژوهشی نشان داد که از بین ۳ غلظت ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر پتاسیم در محلول غذایی هوگلند، بیشترین ویتامین ث، تعداد میوه در بوته، وزن میوه و عملکرد کل بوته توت‌فرنگی مربوط به سطح متوسط پتاسیم بکار رفته یعنی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بوده است و مقادیر بالاتر آن برای گیاه تنش‌زا و محدودکننده می‌باشد (Ebrahimi et al., 2012). با این حال علت بالا بودن مقدار پتاسیم در برگ رقم گاوپوتا از آنجا منشأ می‌گیرد که پتاسیم در ایجاد مقاومت به تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی نقش مؤثری دارد لذا افزایش جذب پتاسیم توسط گیاه می‌تواند به عنوان یک راهبرد جهت مقابله با تنش‌های محیطی محسوب گردد (Zörba et al., 2014). با این حال مکانیسم جذب بیشتر پتاسیم روشن نبوده ولی می‌تواند ژنتیکی و وابسته به رقم باشد. بررسی بیشتر برای درک صحیح علل کارایی بالای رقم گاوپوتا در جذب پتاسیم می‌تواند فرصتی در اختیار به‌نژادگران قرار دهد تا از این ویژگی مهم جهت دستیابی به ارقام جدید با

<sup>8</sup>- Necrotic

## نتیجه‌گیری کلی

بررسی دو رقم توت‌فرنگی کاماروسا و گاوپوتا در شرایط بدون خاک نشان داد، برخورداری از والدین مختلف منجر به تفاوت آن‌ها در صفاتی نظیر وزن تر و حجم ریشه شده است. با این حال، بر اساس عدم مشاهده اختلاف معنی‌دار بین دو رقم گاوپوتا و کاماروسا در اغلب صفات مورد بررسی در شرایط بدون خاک، فرضیه عدم سازگاری رقم گاوپوتا با شرایط آب و هوایی استان مازندران که در بین توت‌فرنگی کاران شایع شده قابل‌پذیرش نبوده و به نظر می‌رسد عدم موفقیت این رقم مرتبط با بحث خاک و تغذیه باشد. همچنین نتیجه‌گیری این مطالعه نشان می‌دهد که سامانه ریشه گاوپوتا در زمینه جذب، نگهداری و انتقال عناصر غذایی به اندام هوایی، بهتر یا در حد رقم کاماروسا عمل می‌کند. با این حال، سوء مدیریت موجود در تغذیه (به‌ویژه سمیت مس) به رشد و عملکرد مطلوب رقم

گاوپوتا در شرایط کشت خاکی در منطقه لطمه وارد نموده است. تغییر برنامه تغذیه و مدیریت مزارع توت فرنگی می‌تواند تا اندازه زیادی شرایط را برای کشت موفق این رقم فراهم نماید. بنابراین توصیه می‌شود رقم گاوپوتا در مازندران در کشت مزرعه‌ای مدیریت شده یا به‌صورت کشت‌های غیرخاکی مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

## سپاسگزاری

این طرح با شماره ۲۴۹۸۲-۹۷ به سفارش شرکت تعاونی چهارفصل بهنمیر و با حمایت معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام شده است و بدینوسیله از حمایت ایشان و نیز زحمات جناب مهندس شهابی و مهندس امیرعلی محمدی تقدیر بعمل می‌آید.

## منابع

- احمدی، ک.، قلی زاده، ح.، عبادزاده، ح.ر.، حسین پور، ر.، حاتمی، ف.، ابدشاه، ح.، رضایی، م.م.، کاظمی فرد، ر.، و فضلی، م.، ۱۳۹۴. آمار جهاد کشاورزی، ۱۵۶ص.
- ایزدیار، س.ا.، صادقی، ح.، و بهمنیار، ح.، ۱۳۹۳. تأثیر محیط کشت و سرمادهی بر ویژگی های کمی و کیفی سه رقم توت‌فرنگی. مجله علوم باغبانی، ۴۵ (۲): ۲۱۷-۲۲۳.
- جلیلی مردی، ر.، ۱۳۸۷. میوه های کوچک، انتشار جهاد دانشگاه ارومیه، چاپ دوم.
- حسینی، ر.ا.، جاشی، س.، سلطانی، ا.، کلاته، م.، و زاهد، م.، ۱۳۹۲. اثر کود نیتروژن بر شاخص های کارایی مصرف نیتروژن گندم. مجله علوم زراعی ایران، ۱۱ (۲): ۳۰۰-۳۰۶.
- خوشکام، س.گ.، ۱۳۸۹، ارزیابی عملکرد، خصوصیات کمی و کیفی ارقام توت‌فرنگی در شرایط گلخانه‌های منطقه جیرفت و کهنوج، پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی، خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.
- شادمهری، ف.، چالوی، و.، و صادقی، ح.، ۱۳۹۶. بررسی اثر زمان کاشت بر عملکرد و کیفیت میوه سه رقم توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa Duch*). پایان نامه کارشناسی ارشد علوم باغبانی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری.
- صالح احمدی، س.د.، نیک خواه، ر.، خادمی، ر.، نوریزدان، ه.ر.، ۱۳۹۳. بررسی عملکرد و صفات کمی و کیفی ارقام توت فرنگی در گلخانه ها آب و هوا در بوشهر. پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی کشاورزی، باغبانی. دانشگاه فارسی خلیج فارس، بوشهر.

عرب تاژاندره، ا.، اسماعیلی، ا.، رضایی نژاد، ا.ح.، کرمی، ف.، و ابراهیمی، س.، ۱۳۹۴. بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی ۲۰ رقم توت فرنگی در آب و هوای کردستان. ششمین کنگره یافته های تحقیقاتی دانشکده کشاورزی، دانشگاه کردستان، سنندج.

قادری، ن.، سی و سه مرده، ع.، ۱۳۹۲. اثر تنش آب در برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی در سه رقم توت فرنگی. مجله علوم باغبانی، ۴۴ (۲): ۱۲۹-۱۳۶.

منیعی، ح.، ۱۳۸۵. توت فرنگی. انتشار موسسه دشت مشوش.

Bussell, W. T., Ennis, I. L., Triggs, C. M., and Pringle, G. J. 2005. Performance of new Californian strawberry cultivars in Auckland. *Agronomy New Zealand* 35: 33-37.

De Herralde, F., Savé, R., Aranda, X. and Biel, C. 2010. Grapevine Roots and Soil Environment: Growth, Distribution and Function. In: S. Delrot, H. Medrano, E. O. L. Bavaresco, S. Grando, (Eds), *Methodologies and Results in Grapevine Research*. (Pp.2-20.) Springer Science.

Ebrahimi, R., Souri, M. K., Ebrahimi, F. and Ahmadzadeh, M. 2012. Growth and yield of strawberries under different potassium concentrations of hydroponic system in three substrates. *World Applied Sciences Journal* 16: 1380 -1386.

Galletta, G. J. and Bringhurst, R. S. 1990. Strawberry Management. P 83-156, In: G.J. Galeta and D.G. Himelrick. (Eds) *Small Fruit Crop Management*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.

Jakson, D. and Looney, N. 1993. *Temperate and subtropical fruit production*. Lincoln University, New Zealand.

Jiajan, L., Yuhua, L., Guodong, D., Hanping, D. and Mingqin, D. 2005. A natural pentaploid strawberry genotype from the Changbai Mountain in northeast china. *Horticultural Science* 40: 1194-1195.

Malakouti, M. J., Moshiri, F., Ghaibi M. N. and Molavi, S. 2005. Optimum levels of nutrients in soils and some agronomic and horticultural crops (part 2: horticultural crops). *Technical Bulletin No. 406*. Sana Publication.

Mehraban, P. and Abdolzadeh, A. 2012. Effect of iron excess on the antioxidant activity and patterns of protein electrophoresis in *Oryza sativa* var. *shafagh*. *Journal of Plant Production* 19: 85-106.

Nankali, A., Karami, F. and Sarseifi, M. 2014. Evaluation of new strawberry cultivars for Iran. *Acta Horticulture* 1049: 423-430.

Ozuygur, M., Paydaş kargi, S. and Kafkas, E. 2006. Investigation on yield, fruit quality and plant characteristics of some local, european and american strawberry varieties and their hybrids. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 71 (4):175-180.

Rice, R. P. J. 1990. Effects of cultivar and environmental interactions on runner production, fruit yield and harvest timing of strawberry in Zimbabwe. *Acta Horticulture* 279, 327-332.

Shaw, D. V. 1998. Strawberry plant named 'Gaviota'.

Southey, J. M. 1992. Root distribution of different grapevine rootstocks on a relatively saline soil. *South African Journal of Enology Vitic* 13:1-9.

Trejo-Tellez, L. I. and Gomez-Merino, F. C. 2014. Nutrient management in strawberry. Effects on yield, quality and plant health. In book: *Strawberries: Cultivation, Antioxidant Properties and Health Benefits*, Chapter: 11. Publisher: Nova Science Publishers. P. 239-267.

Voth, V., Ana, S., Shaw, D. V., Brinhurst, R. S. 1994. Camarosa patent. USOOPP08708P

Ye, Q., Zhang, H., Wei, H., Zhang, Y., Wang, B., Xia, K., Huo, Z., Dai, Q. and Xu, K. 2007. Effects of nitrogen fertilizer on nitrogen use efficiency and yield of rice under different soil conditions. *Front. Agriculture China* 1: 30-36.

Zörba, C., Senbayram, C. and Peiter, E. 2014. Potassium in agriculture, status and perspectives. *Journal of Plant Physiology* 171: 656-669.

## Evaluation of growth, yield and nutrients of two strawberry (*Fragaria ×ananassa Duch*) cultivars grown in soil and soilless cultures

Mehdi Hadadinejad<sup>1</sup>, Kamran Ghasemi<sup>2\*</sup>, Fatameh Shadmehri<sup>3</sup>, Abdol Hamid Izadyar<sup>4</sup>

1-Assistant Professor of Department of Horticultural Sciences, Research Institute of Medicinal Plants Biotechnologies (RIMPBio), Sari Agricultural sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran. mehdihadadi@gmail.com

2- Corresponding Author and Assistant Professor of Department of Horticultural Sciences, Sari Agricultural sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran. kamranghasemi63@gmail.com

3- Former MSc. Student, Department of Horticultural Sciences, Sari Agricultural sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran. f.shadmehri@yahoo.com

4- MSc. Expert, Nezam Mohandesi Organization of Sari, Sari, Iran. izadyarhamid@yahoo.com

Received Date: 2018/02/10

Accepted Date: 2019/11/08

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** Strawberry as a model plant in horticulture included many cultivars with special climatic and nutritional requirements. 'Camarosa' is the most cultivated cultivar in Mazandaran province, and the efforts of strawberry growers to alternate this cultivar with 'Gaviota' were not successful. The purpose of this research was to evaluation and comparison of characteristics of Camarosa and Gaviota in soil and soilless cultures to find the causes of unsuccessful culture of Gaviota in Mazandran Province.

**Material and Methods:** Two separated experiments performed synchronously in open filed soil and soilless cultures with Camarosa and Gaviota cultivars in complete random design with three replications. Vegetative characteristic, yield and nutritional elements in rhizosphere and leaves were evaluated.

**Results Discussions:** In soilless culture the differences of Camarosa and Gaviota cultivars was not significant except for fresh weight and volume of the root system. Average of root volume and fresh weight of Camarosa 19.5 cm<sup>3</sup> and 13.7 g, were higher than Gaviota with 14 cm<sup>3</sup> and 6.96 g, respectively. However, in soil culture almost all of the traits were significantly higher in Camarosa than Gaviota. Results of nutrition concentration analysis in rhizosphere showed the rate of Zn and Cu were exposed to maximum range of nutrient elements due to over-consumption of chemical fertilizers in strawberry fields in north of Iran and purpose the negative effects of elements as most important cause in unsuccessful soil culture of Gaviota in Mazandaran province. Although hen fertilizers added to soil in high volume (40 tonHa<sup>-1</sup>) annually and resulted too high percent of N, in soil (16%) it was not related to increase leaf N of plants and N concentration of leaves were lower than optimum range (3-4%). Potassium absorption efficiency in Gaviota was more than Camarosa but it seems that sensitivity of Gaviota to Cu toxicity is higher than Camarosa as well.

**Conclusions:** The cultivars Camarosa and Gaviota did not show significant difference in many traits in open field soilless culture so it seems that the lack of success in soil culture of Gaviota is not associated to climate conditions. The underlying problem of Gaviota is related to soil and nutrition aspects like Cu toxicity. To success culture of Gaviota in Mazandran Province, it is recommended to perform perfect nutrition management in soil culture or using soilless medium.

**Keywords:** Gaviota, Camarosa, Nutritional elements, Hydroponic.