

بررسی اثر سطوح پتاسیم محلول غذایی، تراکم کاشت و فصل برداشت بر کیفیت و کمیت میوه توت‌فرنگی رقم سلوا در سیستم کشت هیدروپونیک

اعظم سیدی مرغکی^۱، علی عبادی^{۲*} و مصباح بابالار^۳

۱، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و مربی دانشگاه جیرفت

۲ و ۳، استادان پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۸۷/۹/۲۰ - تاریخ تصویب: ۸۹/۳/۱۳)

چکیده

این پژوهش به منظور ارزیابی تأثیر سطوح مختلف پتاسیم محلول غذایی، فصول برداشت و تراکم کشت بر کیفیت و کمیت میوه توت‌فرنگی رقم سلوا در سیستم کشت هیدروپونیک، در گلخانه و آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی، دانشگاه تهران اجرا شد. در این پژوهش تأثیر چهار سطح پتاسیم در محلول غذایی نیم کوئیک (۱/۵، ۲/۶، ۳ و ۴/۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر) بررسی شد. در این بررسی محلول غذایی نصف غلظت کوئیک با ۲/۶ میلی‌اکی‌والان در لیتر پتاسیم به‌منزله شاهد استفاده شد. سه تراکم گیاهی (۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع) و دو فصل برداشت (پاییز و زمستان) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار بر صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا ارزیابی شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که افزایش پتاسیم تا ۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر در محلول غذایی سبب افزایش مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و ویتامین ث میوه شد و همچنین درصد پتاسیم میوه با افزایش پتاسیم از ۲/۶ تا ۴/۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر در محلول غذایی افزایش یافت. تراکم‌های اعمال‌شده در این آزمایش تأثیر معناداری بر کیفیت و کمیت میوه توت‌فرنگی نداشتند. تأثیر برداشت پاییزه روی طعم میوه (TSS/TA)، درصد ماده خشک و وزن میوه حاصل از شاه‌گل بیشتر از برداشت زمستانه بود. در فصل زمستان عملکرد بیشتری از هر بوته نسبت به فصل پاییز به دست آمد و مواد جامد محلول و سطح اسیدیته قابل تیتراسیون بیشتر بود. براساس نتایج فوق، محلول غذایی تغییر یافته نیم‌کوئیک با ۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر پتاسیم به‌منزله بهترین محلول غذایی شناخته شد، اما تراکم‌های کاشت آزمایش‌شده تأثیری بر صفات کمی و کیفی آزمایش‌شده نداشتند.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، تراکم گیاهی، توت‌فرنگی، فصل برداشت هیدروپونیک.

مقدمه

توت‌فرنگی یکی از خوشمزه‌ترین و پرطرفدارترین میوه‌های تازه‌خوری دنیاست که نه تنها مزه ترش و شیرین و طعم دلپذیر دارد بلکه به علت ارزش غذایی بالا به‌خصوص از لحاظ ویتامین ث و مواد معدنی از جمله پتاسیم، به‌منزله یک منبع تغذیه است. مزیت دیگر توت‌فرنگی این است که در مقایسه با سایر میوه‌ها در

مدت کوتاه‌تر، سود بیشتری به تولیدکننده برمی‌گرداند. بنابراین میوه توت‌فرنگی در طول سال به‌صورت تازه‌خوری قابل دسترس است بنابراین با توجه به ارزش غذایی بالای این محصول و همچنین گسترش کشت هیدروپونیک در جهان و در کشور ما توجه به تغذیه این گیاه اهمیت زیادی دارد. یکی دیگر از مسائل مهم در پرورش گیاهان در نظر گرفتن فاکتور تراکم در واحد سطح

مواد و روش‌ها

این طرح در گلخانه پژوهشی و آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران واقع در کرج به صورت کرت‌های خردشده و در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارها عبارت بودند از: چهار نوع محلول غذایی، سه نوع تراکم گیاهی ($d_1=12$ ، $d_2=16$ و $d_3=20$ بوته در مترمربع) و دو فصل برداشت، در مجموع آزمایش ۲۴ تیمار، ۳ بلوک (تکرار) و ۲۸۸ بوته داشت. محلول غذایی از نوع کوئیک با نصف غلظت بود و میکروالمان‌ها بر حسب میلی‌گرم در لیتر و ماکروالمان‌ها بر حسب میلی‌اکی‌والان گرم در لیتر بودند. pH محلول غذایی در حد مطلوب ($5/8 \pm 0/2$) تنظیم شد، همچنین هدایت الکتریکی محلول تعدیل شده معادل $1/3$ تا $1/5$ میلی‌موس بود. تفاوت عمده محلول‌های غذایی به کاررفته در غلظت پتاسیم با تغییر نسبت نیترات پتاسیم بود به طوری که مقدار پتاسیم در محلول‌های غذایی N_1 ، N_2 ، شاهد، N_3 و N_4 به ترتیب برابر با $1/5$ ، $2/3/6$ و $4/5$ میلی‌اکی‌والان گرم در لیتر بود. گیاهان در گلدان‌های پلاستیکی دولایه از جنس پلی‌اتیلن ضخیم به ابعاد $100 \times 50 \times 20$ سانتی‌متر که حاوی مخلوط پیت و پرلیت بودند، کشت شدند. نشاهای توت‌فرنگی از یک مزرعه تجاری واقع در هشتگرد تهیه شدند، سپس در بستر کاشت طوری کشت شدند که طوقه‌ها بالاتر از سطح بستر قرار گرفت و به مدت ده روز با آب معمولی آبیاری شدند و سپس روزانه، محلول غذایی به حجم 250 میلی‌لیتر در اختیار گیاه قرار داده شد. گل‌ها تا پنجاه روز بعد از کاشت حذف شدند. طی دوره رشد عملیاتی از جمله حذف رانرها، مبارزه با آفات و بیماری‌ها، کنترل کردن روزانه قطره‌چکان‌ها، حذف برگ‌های پیر و پوسیده، خالی کردن دور طوقه از بستر کشت، آسویی بسترها به صورت هفتگی، تنظیم دمای گلخانه (توسط شوفاژ، دوغاب و کولر) و تهویه گلخانه انجام شد. عملیات برداشت میوه‌ها و انجام آزمایش‌های مربوط، طی دو فصل پاییز و زمستان صورت گرفت. صفات مورد نظر شامل عملکرد هر بوته و هر کرت، وزن تر و خشک میوه، طول و قطر میوه با استفاده از کولیس ورنیه، میزان ویتامین ث با استفاده از ۲ و ۶-دی‌کلروفنل‌اندوفنل، pH توسط دستگاه pH متر، مواد

است که نقش بسیار مهمی در تولید و عملکرد مطلوب دارد. البته بایستی توجه داشت که تراکم بستگی به عوامل اقلیمی، نوع رقم، زمان کاشت و ... دارد (Sharma, 2002).

به طور معمول تراکم کشت توت‌فرنگی در مزرعه $4/3$ بوته در مترمربع است. پژوهش‌های کشت توت‌فرنگی در شرایط حفاظت‌شده در طول دهه‌های اخیر، دامنه وسیع تراکم‌های گیاهی، از $5/3$ بوته در مترمربع تا ۳۲ بوته در مترمربع را نشان داده است (Sarooshi & cresswell, 2004; Perez, 2004). در پژوهشی اثر تراکم (۱۱، ۱۶ و ۲۵ بوته در مترمربع) روی عملکرد و دیگر خصوصیات گیاه بررسی و نتیجه گرفته شد که در تراکم کمتر، یعنی ۱۱ بوته در مترمربع، سطح برگ، تعداد گل و عملکرد تک‌بوته بیشتر بود اما عملکرد کل در مترمربع کمتر شد. با این حال تراکم بالاتر یعنی ۲۵ بوته در مترمربع عملکرد کل بیشتری داشت (Durner, 1999). همچنین در پژوهش دیگری اثر هشت تراکم مختلف توت‌فرنگی ($10/8 - 11/7 - 12/7 - 14 - 16/9 - 18/3 - 20 - 22$ بوته در مترمربع) در کشت زمستانه را بررسی کردند و دریافتند که بین تراکم‌های گیاهی $10/8$ تا $16/9$ بوته در مترمربع اختلاف معناداری از نظر عملکرد حاصل نشد در حالی که در تراکم‌های $18/3$ تا ۲۲ بوته در مترمربع با افزایش تراکم، عملکرد به صورت خطی افزایش یافت (Paranjpe et al., 2003). در آزمایشی گزارش شد که به علت دمای روزانه و تشعشع خورشیدی بیشتر در طول فصل بهار، سطح برگ و میزان رشد گیاه *Brassica rapa* نسبت به فصل زمستان بیشتر است. افزایش پتاسیم در محلول غذایی میزان مواد جامد محلول و در نتیجه طعم و کیفیت میوه را افزایش می‌دهد (De Pascale et al., 2007). بنابراین یکی از اهداف این پژوهش دسترسی به بهترین محلول غذایی برای دستیابی به بالاترین میزان عملکرد و بهترین کیفیت میوه توت‌فرنگی تولیدی است. هدف دیگر تعیین بهترین تراکم کاشت به منظور حداکثر استفاده از فضای گلخانه و تولید میوه با کیفیت مناسب است. همچنین بررسی تأثیر شرایط فصل برداشت (غیرقابل کنترل بودن تغییرات شدت و طول مدت نور و تا حدی دما) بر میزان عملکرد و کیفیت میوه نیز از اهداف دیگر این بررسی است.

عبارت دیگر با کاربرد پتاسیم از ۱/۵ تا ۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر مقدار مواد جامد محلول به‌صورت خطی افزایش پیدا کرد اما اختلاف معناداری در میزان مواد جامد محلول با کاربرد محلول‌های غذایی ۳ و ۴/۵ میلی‌اکی‌والان در لیتر پتاسیم، وجود نداشت. از نظر فیزیولوژی، پتاسیم فعال‌کننده بسیاری از آنزیم‌ها، به‌خصوص آنزیم‌هایی که به متابولیسم هیدرات‌های کربن مربوط می‌شوند، است. پس بدیهی است که با افزایش پتاسیم در محلول غذایی میزان مواد جامد محلول افزایش یابد. نتیجه این پژوهش مطابق نتایج (1999) Caruso *et al.* است و درصد پتاسیم میوه‌ها در این آزمایش در محدوده ذکرشده در منابع دیگر Behnamian & Messiha, 2001; Taghavi, 2003a ; Haghghat-Afshar, 2003) است.

با افزایش غلظت پتاسیم تا ۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر میزان ویتامین ث افزایش و بعد از آن کاهش یافت. به عبارت دیگر کمترین میزان ویتامین ث بر اثر تغذیه با محلول غذایی N₁ که پایین‌ترین غلظت پتاسیم در بین محلول‌های موجود بود، و بیشترین میزان ویتامین ث (۷۲/۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر) بر اثر تغذیه با محلول غذایی N₃ به دست آمد و تفاوت معناداری بین میزان ویتامین ث میوه‌هایی که با محلول‌های غذایی N₃ و N₄ تغذیه شده بودند، مشاهده نشد. میزان ویتامین ث در این آزمایش مطابق یافته‌های (2003) Hakala *et al.* است که میزان ویتامین ث در توت‌فرنگی را بین ۳۲/۴ تا ۸۴/۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر گزارش کردند. همچنین یافته‌های (1980) Nagy را که گزارش کرد: پتاسیم سبب افزایش اسیدآسکوربیک در میوه می‌شود را نیز تأیید می‌کند. میوه‌هایی که با محلول غذایی N₁ تغذیه شده بودند از میزان اسیدیتته کمتری نسبت به سایر میوه‌ها که با محلول‌های غذایی N₂, N₃ و N₄ تغذیه شده بودند، برخوردار بودند و بیشترین میزان اسیدیتته میوه بر اثر تغذیه با محلول غذایی N₃ به دست آمد و تفاوت معناداری بین اسیدیتته میوه‌هایی که با محلول‌های غذایی N₃ و N₄ تغذیه شده بودند مشاهده نشد. به‌طورکلی، میزان اسیدیتته میوه‌ها در این آزمایش مطابق نتایج پژوهشگران گذشته از جمله (1997) Haffner & Vestrheim است.

جامد محلول توسط دستگاه رفرکتومتر دستی مدل (ATAGO(Brix=0-32%)، میزان اسیدیتته از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال، شاخص طعم میوه (نسبت مواد جامد محلول به اسیدیتته میوه) و درصد برخی عناصر غذایی میوه از جمله کلسیم و پتاسیم با روش خاکستر خشک و با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شدند. (Ayenehchi, 1979; Hosseini, 2003 ; Taghavi, 2003b) داده‌های جمع‌آوری شده در طول اجرای این طرح، تجزیه و تحلیل شد و اثر تیمارهای اعمال شده بررسی شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجام شد و برای مقایسه آثار متقابل از نرم‌افزار Mstac استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که، اعمال سطوح مختلف پتاسیم در محلول غذایی سبب ایجاد اختلاف معنادار بر قطر میوه، درصد پتاسیم میوه و pH میوه در سطح ۱ درصد و بر مواد جامد محلول، درجه اسیدیتته و ویتامین ث میوه در سطح ۵ درصد شد. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود بیشترین و کمترین قطر میوه به ترتیب بر اثر تغذیه با محلول غذایی N₂ و N₄ حاصل شد. همچنین با افزایش غلظت پتاسیم در محلول غذایی مقدار پتاسیم میوه ابتدا کاهش و سپس افزایش پیدا کرد. بیشترین میزان pH میوه مربوط به استفاده از محلول غذایی N₄ و کمترین میزان pH مربوط به محلول غذایی N₁ است. به عبارت دیگر با افزایش مقدار پتاسیم در محلول غذایی میزان pH میوه افزایش یافت. میزان pH میوه در این آزمایش با pH ذکرشده در سایر منابع (Yu *et al.*, 1995; Taghavi, 2003a. ; Haghghat-Afshar, 2004) هماهنگی دارد. براساس نتایج جدول ۲ با افزایش میزان پتاسیم در محلول غذایی تا ۳ میلی‌اکی‌والان در لیتر میزان مواد جامد محلول افزایش و سپس کاهش پیدا کرد. محلول غذایی N₃، بیشترین میزان مواد جامد محلول در میوه (بریکس ۶/۹) را داشت. بین تیمارهای محلول غذایی، محلول غذایی N₁، کمترین میزان مواد جامد محلول در میوه (بریکس ۶/۰۹) را داشت و تفاوت معناداری بین تیمارهای N₂، N₃ و N₄ مشاهده نشد. به

جدول ۱. مقایسه میانگین اثر محلول غذایی بر قطر میوه، پتاسیم و pH میوه

محلول غذایی (%)	pH میوه (cm)	پتاسیم	قطر میوه (meq/L)
N ₁	۳/۴۴ ^b	۲/۷ ^{ab}	۳/۲۴ ^{ab}
N ₂	۳/۴۹ ^b	۲/۵ ^b	۳/۲۷ ^a
N ₃	۳/۴۹ ^b	۲/۶ ^{ab}	۳/۰۶ ^b
N ₄	۳/۵۷ ^a	۲/۸ ^a	۲/۸۹ ^b

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۱٪ آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر محلول غذایی بر مواد جامد محلول، درجه اسیدیته و ویتامین ث میوه

محلول غذایی (meq/L)	ویتامین ث (mg/100g)	درجه اسیدیته	مواد جامد محلول (Brix)
N ₁	۵۶/۷ ^c	۰/۶۳ ^c	۶/۰۹ ^b
N ₂	۶۶/۳ ^b	۰/۷۸ ^b	۶/۲۹ ^a
N ₃	۷۲/۸ ^a	۰/۹۲ ^a	۶/۹۰ ^a
N ₄	۷۲/۴ ^a	۰/۸۵ ^{ab}	۶/۳۷ ^{ab}

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند.

که چون تمامی گل‌ها در اواخر تابستان حذف شدند و حذف گل‌ها سبب افزایش وزن میوه‌های بعدی می‌شود، در نتیجه وزن میوه حاصل از شاه‌گل در فصل پاییز بیشتر از وزن میوه حاصل از شاه‌گل در فصل زمستان شد، که قبل از آن هیچ‌گونه هرس گلی انجام نشده بود که این یافته مطابق با نتایج Takeda & Hokanson (2000) است. با وجود این، بیشترین وزن میوه حاصل از شاه‌گل مربوط به تراکم d₁ بود و وزن میوه حاصل از شاه‌گل در تراکم‌های بالاتر (d₃) کمی کوچک‌تر از وزن آن در تراکم‌های پایین‌تر بود. این نتیجه مطابق یافته‌های Oda & Yanag (1993) است که گزارش کردند، اختلاف معناداری در کیفیت میوه‌ها در تراکم‌های مختلف وجود نداشت اما اندازه میوه در بیشترین تراکم کمی کوچک‌تر از تراکم‌های پایین‌تر بود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد میوه‌هایی که طی دو فصل پاییز و زمستان برداشت شده بودند، اختلاف معناداری در سطح ۵ درصد از نظر درصد ماده خشک، مواد جامد محلول و وزن میوه حاصل از شاه‌گل و در سطح ۱ درصد از نظر عملکرد تک‌بوته، درجه اسیدیته و شاخص طعم بودند. مطابق نتایج جدول ۳ میزان مواد جامد محلول میوه در فصل زمستان بیشتر از پاییز بود که علت آن احتمالاً تنفس کمتر به دلیل سردی هوا در این فصل و سوختن کمتر کربوهیدرات‌ها است. درصد ماده خشک میوه در فصل پاییز بیشتر از فصل زمستان بود که ممکن است به دلیل تعداد روزهای آفتابی بیشتر یا به عبارتی فتوسنتز بیشتر در این فصل نسبت به فصل زمستان باشد که موجب تولید مواد فتوسنتزی بیشتر می‌شود. وزن میوه حاصل از شاه‌گل در فصل پاییز بیشتر از فصل زمستان شد که آن را می‌توان چنین توجیه کرد

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر فصل برداشت بر درصد ماده خشک میوه، مواد جامد محلول و وزن میوه

فصل برداشت	وزن میوه حاصل از شاه‌گل (g)	مواد جامد محلول (بریکس)	ماده خشک میوه (%)
پاییز	۱۶/۹۷ ^a	۶/۶۱ ^b	۷/۳ ^a
زمستان	۱۴/۳ ^b	۶/۶۶ ^a	۶/۲ ^b

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند.

نسبت به میوه‌هایی که در فصل پاییز برداشت شده بودند داشتند، اما شاخص طعم میوه (TSS/TA) در فصل پاییز

همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود میوه‌هایی که در فصل زمستان برداشت شده بودند اسیدیته بیشتری

بیشتر از فصل زمستان شد. از آنجایی که هم مواد جامد محلول و هم اسیدیته قابل تیتراسیون میوه بیشترین مقدار را در فصل زمستان داشتند و درصد اسیدیته قابل تیتراسیون در فصل پاییز کمتر بود در نتیجه از تقسیم مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون (مخرج کوچکتر) در فصل پاییز عدد بزرگتری به دست آمد که نشان دهنده شاخص طعم بیشتر در فصل پاییز هستند که علت آن تعداد روزهای آفتابی بیشتر و هوای خشکتر در فصل پاییز و شاخص طعم بهتر نسبت به فصل زمستان است. عملکرد هر بوته در فصل زمستان بیشتر از فصل پاییز بود و در فصل عملکرد کل تراکم ۱۲ بوته در

مترمربع کمتر از تراکم ۲۰ بوته در مترمربع بود. در فصل زمستان، در تراکم بالاتر عملکردی برابر با ۲۳۴۱/۶ گرم در مترمربع به دست آمد و در تراکم کمتر عملکردی برابر با ۱۴۱۳/۶ گرم در مترمربع به دست آمد که اختلاف عملکرد بین آن دو حدود ۹۳۰ گرم در مترمربع و اختلاف عملکرد کل حدود ۲۰۰ گرم در مترمربع بود که در زمستان دو تن در هکتار بیشتر از پاییز شد که این یافته با نتایج پژوهشگران دیگر (Hochmuth & Sweat, 1993; Haghghat-Afshar, 2004) مطابقت دارد که به عملکرد بیشتر در زمستان یا برداشت‌های دوم و سوم نسبت به برداشت اول دسترسی پیدا کردند.

جدول ۴. اثر فصل برداشت بر درجه اسیدیته، عملکرد تک بوته و شاخص طعم میوه

فصل برداشت	شاخص طعم (TSS/TA)	عملکرد تک بوته (g)	درجه اسیدیته (%TA)
پاییز	۹/۷ ^a	۸۹/۱۲ ^b	۰/۷۰۳ ^b
زمستان	۷/۵۸ ^b	۱۱۷/۰۸ ^a	۰/۸۹۹ ^a

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۱٪ آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند.

می‌دهد، بالاترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمارهای T₂D₃ است و کمترین میزان مواد جامد محلول، مربوط به تیمارهای T₁D₁ است.

تیمارهای محلول غذایی، تراکم کاشت، فصل برداشت و اثر متقابل آن‌ها بر متوسط وزن میوه، اختلاف معناداری با هم نداشتند. همان‌طور که نتایج جدول ۵ نشان

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل فصل برداشت (T) × سطوح تراکم (D) بر مواد جامد محلول میوه

(Brix) محلول جامد مواد	(T) برداشت فصل × (D) تراکم سطوح
T ₁ D ₁	۶/۱۰ ^b
T ₁ D ₂	۶/۳۴ ^{ab}
T ₁ D ₃	۶/۰۳ ^b
T ₂ D ₁	۶/۸۱ ^{ab}
T ₂ D ₂	۶/۰۵ ^b
T ₂ D ₃	۷/۱۴ ^a

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند.

T₁ و T₂: به ترتیب زمان اندازه گیری صفت در فصل پاییز و زمستانی باشند.

D₁, D₂ و D₃: به ترتیب تراکم های ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در متر مربعی باشند.

برداشت × (T) تراکم‌های گیاهی × (D) محلول غذایی (N) نشان می‌دهد، بالاترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمار T₁N₁d₁ و کمترین میزان مواد جامد محلول، مربوط به تیمارهای T₁N₁D₂ است.

مطابق جدول (۶)، بالاترین میزان مواد جامد محلول مربوط به تیمارهای D₂N₄ و D₁N₃ و کمترین میزان مواد جامد محلول، مربوط به تیمارهای D₂N₁ است. همان‌طور که نتایج جدول ۷ مقایسه میانگین اثر متقابل فصول

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح تراکم × (D) سطوح پتاسیم محلول غذایی (N) بر مواد جامد محلول (درجه بریکس)

مواد جامد محلول (Brix)	سطوح تراکم × (D) سطوح پتاسیم محلول غذایی (N)
۶/۹۰ ^{ab}	D ₁ N ₁
۵/۸۹ ^{cd}	D ₁ N ₂
۷/۲۳ ^a	D ₁ N ₃
۵/۸۱ ^d	D ₁ N ₄
۵/۰۰ ^e	D ₂ N ₁
۶/۰۶ ^{cd}	D ₂ N ₂
۶/۹ ^{ab}	D ₂ N ₃
۶/۸۱ ^a	D ₂ N ₄
۶/۳۸ ^{bcd}	D ₃ N ₁
۷/۰۶ ^{ab}	D ₃ N ₂
۶/۵۷ ^{abc}	D ₃ N ₃
۶/۵ ^{cd}	D ₃ N ₄

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند.
 N₄، N₃، N₂، N₁: به ترتیب ۱/۵، ۲/۶، ۳ و ۴/۵ میلی اکی والان در لیتر پتاسیم.
 و D₁، D₂، D₃: به ترتیب تراکم های ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در متر مربع می باشند.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل فصل برداشت (T)، سطوح پتاسیم (N) و سطوح تراکم (D) بر مواد جامد محلول (درجه بریکس)

مواد جامد محلول (Brix)	T × N × D
۵/۷۴ ^d	T ₁ N ₁ D ₁
۵/۸ ^{de}	T ₁ N ₁ D ₂
۵/۹۵ ^{cde}	T ₁ N ₁ D ₃
۶/۶۵ ^{def}	T ₁ N ₂ D ₁
۶/۰۰ ^{bcd}	T ₁ N ₂ D ₂
۵/۶ ^{de}	T ₁ N ₂ D ₃
۶/۷۶ ^{abcd}	T ₁ N ₃ D ₁
۷/۲۶ ^{abcd}	T ₁ N ₃ D ₂
۶/۵۱ ^{abcd}	T ₁ N ₃ D ₃
۶/۲۵ ^{abcd}	T ₁ N ₄ D ₁
۶/۲۸ ^{abcd}	T ₁ N ₄ D ₂
۶/۰۳ ^{Abcd}	T ₁ N ₄ D ₃
۸/۰۶ ^a	T ₂ N ₁ D ₁
۶/۳۳ ^{abcd}	T ₂ N ₁ D ₂
۷/۸ ^{ab}	T ₂ N ₁ D ₃
۶/۱۳ ^{bcd}	T ₂ N ₂ D ₁
۴ ^f	T ₂ N ₂ D ₂
۷/۱۶ ^{abcd}	T ₂ N ₂ D ₃
۷/۷ ^{abc}	T ₂ N ₃ D ₁
۶/۵۳ ^{abcd}	T ₂ N ₃ D ₂
۶/۶۳ ^{abcde}	T ₂ N ₃ D ₃
۵/۳۶ ^{ef}	T ₂ N ₄ D ₁
۷/۳۳ ^{abcd}	T ₂ N ₄ D ₂
۶/۹۶ ^{abcde}	T ₂ N ₄ D ₃

حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح ۵٪ آزمون چند دامنه ای دانکن می باشند.
 T₁ و T₂: به ترتیب زمان اندازه گیری صفت در فصل پاییز و زمستان می باشند.
 N₄، N₃، N₂، N₁: به ترتیب ۱/۵، ۲/۶، ۳ و ۴/۵ میلی اکی والان در لیتر پتاسیم و D₁، D₂، D₃: به ترتیب تراکم های ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در متر مربع می باشند.

نتیجه گیری کلی

با افزایش غلظت پتاسیم تا ۳ میلی اکی والان در لیتر در محلول غذایی میزان ویتامین ث و درصد مواد جامد محلول میوهها افزایش یافت. همچنین با افزایش غلظت

پتاسیم در محلول غذایی، غلظت پتاسیم میوه ابتدا کاهش و سپس افزایش یافت. پس با توجه به نتایج ذکر شده بهترین غلظت پتاسیم در محلول غذایی برای توت فرنگی رقم سلوا در این آزمایش ۳ میلی اکی والان در

لیتر به دست آمد. تراکم‌های کشت آزمایش شده تأثیر معناداری بر صفات کمی و کیفی آزمایش شده نداشتند.

REFERENCES

1. Aienehchi, Y. (1979). *New methods of chemical analysis of plants*. Tehran University Press. (In Farsi)
2. Albrechts, E. E. & Howard, C. M. (1986). Effect of Removal on strawberry fruiting response. *Horticultural Science*, 21, 97-98.
3. Behnamian, M. & Messiha, Q. (2001). *Strawberries*. Sotoudeh Press. (In Farsi)
4. Caruso, G. , Villari, G. & Lmpembo, M. (1999). Effect of nutritive solution K:N and shading on the fruit quality of NFT_ grown strawberry. *Acta Horticulturae*, 614, 727-734.
5. De Camacaro, M. E. P. , Camacaro, G. J. , Hadley, P. , Dennett, M. D. , Battey, N. H. & Carew, J. G. (2004). Effect of plant density and initial crown size on growth, development and yield in strawberry cultivars Elsanta and Bolero. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 79, 739-746.
6. De Pascale, S. , Orsini, F. , Vallone, S. & Barbieri, G. (2009). Crop season effects on yield and quality of hydroponically grown *Brassica rapa var. sylvestris*. *Acta Horticulturae*, 807, 427-432.
7. Durner, E. F. (1999). Winter strawberry production using conditioned plug plants. *Horticultural Science*, 34, 615-616.
8. Haffner, K. & Vestrheim, S. (1997). Fruit quality of strawberry cultivars. *Horticultural Science*. 439, 325-331.
9. Haghghat-Afshar, M. (2003). Effect of Nitrogen levels and sources on Nitrate accumulation in various organs and yield of Strawberry Cultivars. Ms.C. thesis. College of Agriculture and Natural Resources. Tehran University. Iran. (In Farsi)
10. Hakala, M. , Anja, L. , Rainer, H. , Heikki, K. & Raija, T. (2003). Effect of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberry. *Journal of Food composition and analysis*, 16, 67-80.
11. Hochmuth, R. & Sweat, M. (1993). *Hydroponic nutrient effluent are coverable energy resource*. University of Florida. Report Suwannee Valley RREC. 91.
12. Hosseini, Z. (2003). *Methods in food analysis*. Shiraz University Press. (In Farsi)
13. Nagy, S. (1980). Vitamin C contents of citrus fruit and their produced: a review. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 28, 8-18.
14. Oda, Y & Yanagi, T. (1993). Effect of climatic condition on the floral initiation at the runner of ever bearing strawberry. *Acta Horticulturae*, 345, 67-72.
15. Paranjpe, A. V., Daniel, J. , Cantliffe, E. , M. Lamb, P. Stoffella, J. & Charles, P. (2003). Plant density effects fruit yield and quality of greenhouse strawberry grown in under pesticide-free conditions. *Hortscience*, 38, 658.
16. Sarooshi, R. A. & cresswell, G. C. (1994). Effects of hydroponic solution composition, electrical conductivity and plant spacing on yield and quality of strawberries. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34, 529-535.
17. Sharma, R. R. (2002). *Growing strawberries*. First edition published by international book distributing CO. *Indian Agriculture Research Institute, New Delhi*, 2-100.
18. Taghavi, T. (2003a). Effects of different ratios of Nitrate to ammonium and iron levels on strawberry fruit yield and quantity of nitrate reductase enzyme activity. Ph.D. thesis. Tehran University. Iran. (In Farsi)
19. Taghavi, T. (2003b). *Strawberry Production Guide*. Sena Press. (In Farsi)
20. Takeda, F. & C. Hokanson. (1993). Strawberry fruit and plug plant production in the greenhouse.. *Acta Horticulture*, 626, 41-50.
21. Takeda, F. (2000). Out of season greenhouse strawberry production in soilless substrate. *Advances in Strawberry Research feature*, 18, 4-15.
22. Yu, C. , Reitmeier, A. , Gleason, M. L. , Nonnecke, G. R. , Olson, D. G. & Gladon, R. J. (1995). Quality of electron beam irradiated strawberries. *Journal of Food Sciences*, 60, 1084-1087.