

کیفیت نشاء و میوه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) رقم سوپر آ در پاسخ به تغذیه ساکارز و اسید

بوریك

كامبیز مشایخی^{۱*}، زینب کیخا^۲، سید علیرضا موحدی نائینی^۳، بهنام کامکار^۴، سید جواد موسوی زاده^۵^۱ دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران^۲ فارغ التحصیل کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران^۳ دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران^۴ استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران^۵ استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

* نویسنده مسئول: kambizm@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۱۹)

چکیده

ساکارز به‌عنوان منبع کربوهیدرات و بور به‌عنوان عامل تأثیرگذار در انتقال کربوهیدرات، بر رشد نشاءها تأثیر مثبت دارد. در این تحقیق، اثر تغذیه ساکارز و اسید بوریك بر کیفیت نشاء در خزانه و میوه گوجه‌فرنگی در مزرعه بررسی شد. ابتدا بذور رقم سوپر آ در سینی نشاء کشت شدند. نشاءها به دو گروه ۱- محلول‌پاشی در خزانه، ۲- محلول‌پاشی پس از انتقال به مزرعه، تقسیم شدند. محلول‌پاشی هر گروه طی سه مرحله با غلظت‌های ۰، ۵ و ۱۰ درصد ساکارز و ۰، ۰/۱ و ۰/۲ درصد اسید بوریك انجام شد. نتایج نشان داد که تغذیه با ساکارز و بور در خزانه، طول نشاء و سطح برگ را تا ۳۰ درصد نسبت به شاهد کاهش داد که می‌تواند برای تحمل تنش ناشی از فرایند انتقال مطلوب باشد. در نتیجه‌ی کاهش رشد قسمت هوایی، نسبت ریشه به ساقه‌ی نشاءها تا ۳۵ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین، محلول‌پاشی نشاءها با ۱۰ درصد ساکارز همراه با ۰/۱ درصد اسید بوریك، موجب افزایش وزن خشک ساقه‌ی نشاء تا ۰/۰۴ گرم و کاروتنوئید تا ۰/۲۱۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر شد. پس از انتقال به مزرعه نیز، بیشترین تعداد گل با ۱۱۴/۸۶ و بالاترین تعداد خوشه با ۱۹/۷ عدد در اسید بوریك ۰/۲ درصد مشاهده شد. بیشترین تعداد میوه نیز (۱۸/۷۰ عدد) در برای تیمار ساکارز پنج درصد همراه با اسید بوریك ۰/۱ درصد ثبت گردید. به‌طور کلی، بالا بردن ذخایر کربوهیدراتی نشاء از طریق محلول‌پاشی با ساکارز به‌عنوان یک عامل کلیدی برای استقرار نشاء در مزرعه تعیین شد. محلول‌پاشی توأم با بور نیز باعث بهبود جذب ساکارز در درون گیاه گردید. واژه‌های کلیدی: خزانه، رشد، لیکوپن، کربوهیدرات، محلول‌پاشی.

Seedling and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicum* Var. SuprA) in response to spraying sucrose and boric acidKambiz Mashayekhi^{۱*}, Zeynab Keykha^۲, SeyedAlirezaMovahedi Naeini^۳, Behnam Kamkar^۴, Seyed Javad Mousavizadeh^۵

1-Department of Horticultural Science, University of agricultural science and natural resources, Gorgan, Iran.

2-Department of Soil Science, College of plant production, University of agricultural science and natural resources, Gorgan, Iran.

3-Department of Agronomy, University of agricultural science and natural resources, Gorgan, Iran.

Corresponding author: kambizm@yahoo.com

(Received: July 13, 2018- Accepted: October 11, 2018)

Abstract

Sucrose and boron as a source of carbohydrates and an effective factor in carbohydrate transport, respectively have positive effects on seedlings' growth. In this study, the effect of spraying sucrose and boric acid were evaluated on seedlings and fruits quality of tomato in the nursery and field, respectively. Tomato seeds (Var. SuprA) were planted in seedling tray. Seedlings were subdivided into two groups for foliar application: 1- were sprayed in the nursery, and 2- were sprayed after transplanting into the soil. Foliar application of each

group was performed in three stages with concentrations of 0, 5 and 10% sucrose and 0, 0.1 and 0.2% boric acid. The results revealed that nutrition of sucrose and boric acid in nursery reduced seedlings' height and leaf area upto 30 percent in comparison to the control, which might be desirable to tolerate the potential stress caused by transplanting process. Because of decreased shoot growth, the root to shoot ratio of seedlings increased by all treatments containing sucrose upto 35 percent compared to control. Spraying with 10 percent sucrose and 0.1 percent boric acid in nursery were significantly improved shoot dry weight to 0.04 g and carotenoid upto 0.214 mg/gFW. Also, tomato seedlings sprayed with sucrose and boric acid immediately after transplanting had positive effects on plants growth. The highest number of flowers (114.86) and the highest number of clusters with (19.7) were recorded for 0.2 percent boric acid treatment. Maximum number of fruits per plant (18.70) was recorded for spraying sucrose 5 percent plus boric acid 0.1 percent. For conclusion, increasing the carbohydrate content of transplant through sucrose foliar application is a key factor in plant establishment. It was also found that the boron element allows sucrose transfer into the plant. The simultaneous use of sucrose and boron improved sucrose absorption rates in the plants.

Keywords: Carbohydrate, Foliar application, Growth, Lycopen, Nursery.

مقدمه

که نشاء به دلیل ضعف، قادر به تحمل استرس ناشی از انتقال به مزرعه نیست، کشاورز مجبور به انجام عملیات واکاری (کاشت نشای جدید) می شود که خود سبب افزایش هزینه های تولید می گردد (Rubalzy and Yamaguchi, 1997). در این بین، گوجه فرنگی یکی از سبزی هایی است که هم می تواند به صورت مستقیم و هم به صورت نشاء کاری کشت گردد. علیرغم سخت تر و پرهزینه تر بودن کشت از طریق نشاء، با توجه به اینکه این گیاه نسبت به نشاء کاری عکس العمل مثبت نشان می دهد، یکی از معروف ترین گیاهان نشاء یی است. لذا تولید نشای با کیفیت بالا، نقش عمده ای در تولید این محصول ایفا می کند (Hassandokht, 2013).

از آنجا که تأمین کربوهیدرات ها مهم ترین عامل استقرار گیاهان در مزرعه ذکر شده است، از ساکارز که عمده ترین شکل کربوهیدرات در داخل گیاه محسوب می شود، به عنوان منبع غذایی استفاده شده است. مطالعات پژوهشگران بیانگر این امر است که ساکارز تأثیر مثبتی بر تشکیل میوه، عملکرد و کیفیت آن دارد (Bristow and Martin, 1998). همچنین،

گوجه فرنگی با نام علمی (*Solanum lycopersicum*) به علت داشتن انواع ویتامین ها، رنگدانه هایی مانند لیکوپن و کاروتن، اسیدهای مفید، قند و املاح معدنی، نقش مهمی را در سلامت انسان ایفا می کند (Hassandokht, 2013). از دیدگاه اقتصادی، گوجه فرنگی پس از سیب زمینی دومین سبزی پر ارزش محسوب شده و از لحاظ مصرف سرانه نیز پس از آن قرار دارد. طبق آمار منتشر شده میزان تولید گوجه فرنگی در جهان طی سال های اخیر افزایش یافته است. به طوریکه در سال ۱۹۹۵ کل تولید جهان ۸۸ میلیون تن بوده و در سال ۲۰۱۴ این رقم به بیش از ۱۷۰ میلیون تن رسیده است (FAO, 2014).

یکی از حساس ترین مراحل در تولید گوجه فرنگی، استقرار موفقیت آمیز نشاء آن در محل اصلی است. در زمان انتقال نشاء از خزانه به مزرعه به دلیل ایجاد اثر منفی بر وضعیت آب درونی، شوک شدیدی به گیاه وارد می شود. شدت تأثیر این فرآیند و سرعت غلبه بر این شوک، بستگی به عوامل مختلفی همچون تغذیه گیاه قبل و پس از انتقال نشاء دارد. در بسیاری از موارد

مواد گیاهی

به‌منظور انجام پژوهش، بذور گوجه‌فرنگی رقم سوپرا (superA) در ۲۵ بهمن ماه در سینی کشت با ابعاد ۳۳×۵۰ سانتی‌متر کشت شدند. در ادامه نشاءهای کوچک حاصل از جوانه‌زنی بذور به دو گروه تقسیم‌بندی شدند:

(۱) نشاءهایی که عمل محلول‌پاشی در خزانه روی آنها انجام گرفت.

(۲) نشاءهایی که عمل محلول‌پاشی بلافاصله پس از انتقال به مزرعه روی آنها انجام گرفت.

نشاءهای هر دو گروه در قالب ۹ تیمار و ۴ تکرار (در مجموع ۳۶ کرت) کرت‌بندی شدند (جدول ۲). تعداد بوته در هر کرت برای گروه اول ۶۰ و گروه دوم ۵۰ بوته در نظر گرفته شد. پس از کرت‌بندی نشاءهای گروه اول در خزانه، اولین مرحله محلول‌پاشی روی نشاءهای ۲۵ روزه (مرحله دو برگ حقیقی) صورت پذیرفت. در تیمار یک از آب مقطر برای محلول‌پاشی استفاده شد. مراحل دوم و سوم محلول‌پاشی نیز با فواصل ۱۰ روز ادامه پیدا کرد. پس از پایان مراحل محلول‌پاشی، تعداد ۱۰ نشاء از هر کرت جهت اندازه‌گیری فاکتورهای مدنظر به آزمایشگاه منتقل شد و مابقی نشاءها (نشاءهای ۴۸ روزه) در مزرعه کشت گردید. این گروه از نشاءها تا پایان مراحل رشد و برداشت میوه هیچ‌گونه کودی دریافت نکردند. در مرحله بعدی آزمایش، محلول‌پاشی نشاءهای گروه دوم بلافاصله پس از کشت در مزرعه آغاز شد. عملیات محلول‌پاشی این گروه در دو مرحله

ثابت شده است که کاربرد ساکارز سبب افزایش رنگ میوه در گوجه‌فرنگی می‌گردد. (Ghorbani et al., 2015) از طرفی، انتقال کربوهیدرات‌ها در حضور عنصر بور با سرعت بیشتری انجام می‌گیرد. در این رابطه بیان شده است که در گیاهان دارای کمبود بور، کربوهیدرات‌های حاصل از فتوسنتز در برگ تجمع یافته و به سایر نقاط گیاه منتقل نمی‌شود (Hugh and Dugger, 1952). لذا، در این پژوهش تأثیر تغذیه نشاءهای گوجه‌فرنگی با ساکارز قبل از انتقال به مزرعه و نیز بلافاصله پس از کاشت در مزرعه مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر ساکارز به‌عنوان منبع کربوهیدرات، عنصر بور نیز به‌عنوان عامل تأثیرگذار در انتقال کربوهیدرات، در اختیار نشاءهای گوجه‌فرنگی قرار داده شد تا رشد نشاءها در خزانه و در مرحله بعدی کیفیت میوه‌های گوجه‌فرنگی در مزرعه مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

مکان و زمان انجام آزمایش

عملیات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای این تحقیق طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۹ در شرکت کشت و صنعت دلند استان گلستان و اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی در گروه باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد.

تجزیه خاک مزرعه

نتایج حاصل از تجزیه خاک مزرعه در جدول (۱) ارایه شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مزرعه.

بور (ppm)	pH	نیترژن کل (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	هدایت الکتریکی ۱۰۰۰* EC
۲۸	۷/۸	۱۲	۷۴	۴۸۰	۲/۲

جدول ۲- تیمارهای استفاده شده در آزمایش

اسید بوریک (درصد)	ساکارز (درصد)	ردیف
۰	۰	۱
۰/۱	۰	۲
۰/۲	۰	۳
۰	۵	۴
۰/۱	۵	۵
۰/۲	۵	۶
۰	۱۰	۷
۰/۱	۱۰	۸
۰/۲	۱۰	۹

دیگر با فواصل ۱۰ روز ادامه پیدا کرد.

در پایان آزمایش به منظور اندازه گیری صفات مورفولوژیکی و صفات کیفی میوه، از بوته های وسط هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند. بوته های ردیف اول کرت ها به منظور حذف اثر حاشیه ای کنار گذاشته شدند. جهت تهیه محلول بور از پودر محلول در آب اسید بوریک با خلوص ۹۹/۵ درصد و جهت تهیه محلول ساکارز از پودر ساکارز قابل حل در آب با خلوص ۹۹/۶۷ درصد، استفاده شد. محلول پاشی در خزانه با محلول پاش دو لیتری دستی و در مزرعه با محلول پاش ۱۰ لیتری دستی انجام گرفت.

اندازه گیری صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نشاء

پس از پایان دوره رشد نشاءها در خزانه به منظور اندازه گیری فاکتورهای مدنظر ۱۰ نشاء از هر کرت برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. در این مرحله با استفاده از خط کش با دقت ۰/۱ سانتی متر ارتفاع نشاءها مشخص گردید. همچنین، پس از جدا کردن برگ ها از ساقه با استفاده از دستگاه تعیین سطح برگ، سطح برگ نشاءها مشخص شد. در ادامه با جداسازی ریشه از

ساقه، وزن تر هر یک به کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم قرائت شد. به منظور تعیین وزن خشک، ریشه ها و ساقه ها در آون ۷۰ درجه قرار گرفتند و پس از رسیدن به وزن ثابت با استفاده از ترازوی دیجیتال، وزن خشک آن ها قرائت شد.

اندازه گیری محتوای کلروفیل و کاروتنوئید برگ نشاءها

جهت تعیین میزان کلروفیل و کاروتنوئید از دستگاه اسپکتروفتومتر (S 2000 uv/vis) در طول موج های ۴۷۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر استفاده گردید. غلظت کلروفیل و کاروتنوئید بر حسب میلی گرم بر گرم در وزن تر نمونه (mgg-1FW) محاسبه شد (Arnon, 1956).

محتوای آنتوسیانین برگ نشاء

با قرائت بوسیله ی دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر، مقدار آنتوسیانین با استفاده از فرمول $A=Ebc$ به دست آمد که در آن مقدار E یا ضریب خاموشی معادل $mMcm^{-1}$ ۳۳۰۰، مقدار جذب، b عرض کووت اندازه گیری برابر یک سانتی متر و C مقدار آنتوسیانین بر حسب مول بر گرم وزن تر

گیاه می‌باشد. در نهایت میزان آنتوسیانین بر حسب میکرومول در گرم وزن تر برگ بیان شد (Wanger, 1970).

اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی بوته در مزرعه

با آغاز گلدهی بوته‌ها در مزرعه (۳۹ روز بعد از نشاءکاری)، تعداد گل و خوشه گیاهان در ۱۰ بوته از هر کرت شمارش شد و به مدت یک ماه ادامه پیدا کرد. تعداد گره‌های تشکیل شده در بوته نیز با ورود گیاه به مرحله گلدهی تعیین گردید و سپس فاصله گره‌ها با استفاده از خط‌کش با دقت ۰/۱ سانتی‌متر مشخص شد.

تعیین صفات کمی میوه

پس از تشکیل اولین میوه‌ها، تعداد ۱۰ میوه از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و قطر آنها به‌وسیله کولیس معمولی با دقت ۰/۱ میلی‌متر تعیین گردید. در این مرحله تعداد میوه‌های تشکیل شده روی بوته نیز شمارش شد و تا زمان برداشت اولین سری میوه‌های رسیده ادامه پیدا کرد.

تعیین صفات کیفی میوه

به منظور تعیین صفات کیفی، ۱۰ میوه رسیده از هر کرت برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد.

مواد جامد محلول در آب میوه

مقدار مواد جامد محلول در آب میوه از دستگاه رفاکتومتر استفاده شد و نتایج حاصله برحسب بریکس در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد (Brix at 20°C) گزارش گردید (Sweeney et al., 1970).

اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه

میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با روش شیمیایی ای.او.ای.سی (AOAC) اندازه‌گیری شد. مقدار اسیدیته کل بر حسب اسیدسیتریک محاسبه گردید (Ghorbani et al., 2015).

نسبت مواد جامد محلول به اسید (شاخص طعم)

شاخص طعم میوه به‌صورت نسبت مقدار مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون بیان شد (Ghorbani et al., 2015).

اندازه‌گیری لیکوپن میوه

عمل استخراج لیکوپن توسط حلال‌های هگزان: استون: اتانول با نسبت ۲:۱:۱ و به نسبت ۱:۱۰ به ماده اولیه و در دمای محیط به مدت ۱۶ ساعت، انجام شد. بعد از جدا شدن حلال، مقدار لیکوپن موجود در آن در طول موج ۵۰۳ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Sadasivam and Manickam, 1992).

اندازه‌گیری ساکارز

بدین‌منظور ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره الکلی تغلیظ شده با ۰/۱ میلی‌لیتر هیدروکسیدپتاسیم ۳۰ درصد مخلوط شده و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از سرد شدن لوله‌ها، ۳ میلی‌لیتر معرف آنترون به آن افزوده و به مدت ۲۰ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس جذب نور هر یک از نمونه‌ها در طول موج ۶۲۰ نانومتر قرائت شد (Handel, 1968).

تجزیه آماری داده‌ها

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل

در واقع محلول ساکارز سبب افزایش ماده خشک گیاه گردید (جدول ۵). گزارش شده است که کربن بخش اساسی ماده خشک هر موجود زنده‌ای را در بر می‌گیرد. در نتیجه ساکارز به‌عنوان یک کربوهیدرات می‌تواند سبب افزایش وزن خشک گیاه شود (Hopkins, 1999). با افزایش ماده خشک از میزان آبدار بودن بافت کاسته می‌شود که می‌تواند در زمان انتقال نشاء، یک امتیاز محسوب گردد. زیرا میزان زیاد آب باعث نرم شدن بافت‌های گیاهی و افزایش حساسیت آن‌ها می‌گردد. نتایج نشان داد بین اعمال ساکارز ۱۰ درصد بطور مجزا و کاربرد آن با غلظت‌های مختلف اسید بوریک از لحاظ میزان ریشه‌دهی تفاوت معنی‌دار وجود داشت. بطوریکه همراه شدن ساکارز ۱۰ درصد با اسید بوریک سبب کاهش میزان ریشه‌دهی نشاءها شد. البته داده‌ها نشان دادند که وزن خشک ریشه در تمامی تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

میزان سطح برگ و طول نشاء در گیاهچه‌های تیمار شده با ساکارز بطور معنی‌داری کاهش پیدا کرد. همچنین، باتوجه به کاهش شاخص‌های رشد رویشی در نشاءهای تیمار شده با ساکارز نسبت ریشه به ساقه در این تیمارها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳).

طبق نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴)، محلول‌پاشی نشاءها با ساکارز ۵ و ۱۰ درصد، سبب کاهش معنی‌دار طول نشاء تا ۱۳/۹۲ سانتی‌متر گردید. بطور کلی می‌توان گفت که تغذیه نشاء با ساکارز از بروز عارضه کشیدگی یا افزایش غیرمعمول طول نشاء جلوگیری می‌کند. در مورد سطح برگ نشاءها نیز وضعیت مشابهی رخ داد و این فاکتور در تیمارهای حاوی ساکارز کاهش یافت. بطوریکه در تیمار ۱۰ درصد ساکارز ۴۳ درصد کمتر از شاهد بود. این ویژگی‌ها برای نشاء و انتقال آن به محل اصلی بسیار مناسب می‌باشد و کاهش میزان تبخیر و تعرق نشاء را به‌همراه دارد. به‌منظور توضیح نتایج بدست آمده

تصادفی و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver. 2001 انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

در مرحله اول آزمایش نشاءها در خزانه تیمار شدند و پس از انتقال به مزرعه، در سه مرحله ۱ (زمان صفر)، ۱۰ و ۲۰ روز با غلظت‌های مختلف ساکارز و اسید بوریک تیمار شدند. در ابتدا، نتایج مربوط به اولین مرحله تحقیق که دربرگیرنده‌ی تأثیر تیمارهای به‌عمل آمده در خزانه روی نشاءهای گوجه‌فرنگی می‌باشد، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

تغذیه نشاءهای گوجه‌فرنگی با ساکارز و اسید بوریک در خزانه تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که وزن تر ساقه تحت تأثیر تیمار ساکارز قرار گرفت، اما تغذیه با اسید بوریک تأثیری بر این فاکتور نداشت. درحالی‌که وزن خشک ساقه در هر سه تیمار ساکارز، اسید بوریک و اثر متقابل این دو، اختلاف معنی‌داری نشان داد. وزن تر ریشه نیز در تیمارهای ساکارز و اثر متقابل ساکارز و اسید بوریک، در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری نشان داد. اما وزن خشک ریشه در اثر تیمارهای اعمال شده، تغییر محسوسی پیدا نکرد.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی ساکارز (جدول ۴)، پس از تیمار نشاءها با محلول ساکارز ۱۰ درصد، وزن تر ساقه از ۰/۷۷ گرم در تیمار شاهد تا ۰/۴۹ گرم در تیمار ۱۰ درصد ساکارز کاهش یافت. بطوریکه این فاکتور در تیمار ۱۰ درصد ساکارز ۲۶ درصد کمتر از تیمار شاهد بود. بر عکس، در مورد وزن خشک ساقه، تیمارهای حاوی ساکارز وزن خشک ساقه را افزایش دادند. بیشترین وزن خشک ساقه در تیمار ۱۰ درصد ساکارز و ۰/۱ درصد اسید بوریک با ۰/۰۴ گرم دیده شد.

ابتدا لازم است دلایل افزایش طول و رشد رویشی نشاءها مورد بررسی قرار گیرد. در گلخانه‌های تولید نشاء، جهت تولید نشاءای بیشتر کشت بذر با تراکم بالا صورت می‌گیرد. تراکم کاشت از این طریق بر نوع و میزان نور دریافتی توسط نشاءها تأثیرگذار است. همپوشانی برگ‌ها در کشت متراکم باعث کاهش شدت نور و کاهش نسبت نور قرمز به قرمز دور می‌شود که در نهایت طولی شدن نشاءها را به دنبال دارد (Serny *et al.*, 2004). در واقع دلیل اصلی افزایش رشد در نشاءها، رقابت بر سر نور به منظور انجام فتوسنتز می‌باشد. در نتیجه احتمال دارد زمانی که ساکارز به عنوان ماده‌ی نهایی فتوسنتز در اختیار گیاه قرار گیرد، از شدت این رقابت کاسته شده و رشد نشاء تعدیل گردد. اینطور به نظر می‌رسد که با توجه به کاهش شاخص‌های رشد نشاء از قبیل طول و سطح برگ پس از تیمار با ساکارز نسبت ریشه به ساقه در این تیمارها افزایش یابد. شاید به همین دلیل، این نسبت در تیمار ۵ درصد ساکارز ۲۵ درصد بیشتر از شاهد ثبت شد. افزایش نسبت ریشه به ساقه تأثیر مثبتی بر استقرار نشاءها پس از انتقال به مزرعه دارد و باعث کاهش استرس ناشی از انتقال می‌شود. در نتیجه با تسریع در شروع رشد مجدد بوته، به طور غیرمستقیم روی رشد و نمو بعدی اثرگذار خواهد بود. به همین دلیل کاهش سطح برگ نشاء و افزایش نسبت ریشه به ساقه به منظور افزایش مقاومت نشاءها در زمان انتقال مؤثر است (Wells, 2001).

نتایج به دست آمده از بررسی تأثیر اسید بوریک و ساکارز روی میزان کلروفیل و کاروتنوئید برگ نشان داد که تیمارهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل *a* نداشتند. درحالی‌که میزان کلروفیل *b* را تغییر دادند. همچنین کاربرد توأم ساکارز و اسید بوریک تفاوت معنی‌داری در محتوای کاروتنوئید نشاء ایجاد کرد (جدول ۳). بطور کلی، در اثر تیمار نشاءها با ساکارز و اسید بوریک، یک روند کاهشی در میزان کلروفیل *a* مشاهده گردید.

میزان کلروفیل *b* زمانیکه تیمار ۱۰ درصد ساکارز به تنهایی استفاده شده بود، تا ۰/۳۳۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر افزایش یافت. اما وقتی همراه با ۰/۲ درصد اسید بوریک به کار برده شد، ۰/۱۶۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر از محتوای آن کاهش داد (جدول ۵).

کاهش در مقدار کلروفیل احتمالاً ناشی از این امر است که تیمار با ساکارز سبب بروز تنبلی در نشاءها شده است. هدف از سنتز کلروفیل افزایش فعالیت فتوسنتز به منظور تأمین انرژی مورد نیاز گیاه است. طبیعی است زمانیکه این انرژی از بیرون در اختیار گیاه قرار گیرد، تلاش گیاه به منظور ساخت کلروفیل کاسته خواهد شد. گفته می‌شود در چنین شرایطی کلروفیل *a* حساس‌تر بوده و سریع‌تر تجزیه می‌شود (Asadi *et al.*, 2010). تغییر روند مقدار کلروفیل *b* در کاربرد توأم و مجزای ساکارز نشان‌دهنده نقش بور در انتقال کربوهیدرات‌ها است. با وجود بور، کربوهیدرات‌های بیشتری به درون سلول انتقال می‌یابد. افزایش بیش از حد فشار اسمزی درون سلول در نتیجه انتقال کربوهیدرات‌ها، منجر به تخریب ساختمان سلول می‌گردد (Mengel and Kirkby, 1987).

در این پژوهش، محلول‌پاشی توأم ۱۰ درصد ساکارز با ۰/۱ درصد اسید بوریک سبب افزایش میزان کاروتنوئیدها تا ۰/۲۱۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر نشاء شد (جدول ۵). با توجه به ساختمان این گروه از رنگدانه‌ها و وجود هیدروکربن در ساختار آن‌ها، می‌توان انتظار داشت که با افزایش میزان ساکارز از طریق محلول‌پاشی و نیز انتقال سریع‌تر آن توسط بور به درون سلول، میزان کاروتنوئیدها در برگ افزایش یابد. از سوی دیگر، چون در این حالت نیاز به کلروفیل در گیاه کاهش می‌یابد، لذا سنتز آن روند نزولی پیدا می‌کند و احتمالاً هیدروکربن بیشتری صرف سنتز کاروتنوئیدها می‌گردد. در این رابطه گزارش شده است که کاهش میزان کلروفیل، افزایش کاروتنوئیدها را به همراه دارد. در

از تیمار با اسید بوریک چنین توجیه کرد که با کاربرد اسید بوریک به طور مجزا کربوهیدرات حاصل از فتوسنتز توسط این ماده به محل های مصرف انتقال می یابد و در نتیجه از تجمع قند جلوگیری می شود. این عمل کاهش سنتز آنتوسیانین ها را به همراه دارد. بیشترین محتوای آنتوسیانین در تیمار ۱۰ درصد ساکارز و ۰/۱ درصد اسید بوریک و نیز ۵ درصد ساکارز و ۰/۲ درصد اسید بوریک به ترتیب با میانگین ۰/۶۰۱ و ۰/۵۹۲ دیده شد. گزارش شده است که آنتوسیانین ها ترکیبات گلیکوزیدی هستند که وجود قند برای تشکیل آن ها ضروری می باشد. به دلیل مصرف قندها در جهت ساخته شدن پروتئین تجمع آنتوسیانین ها کاهش می یابد (Do and Cormier, 1991).

واقع کاروتنوئیدها به عنوان رنگیزه های کمکی مؤثرند (Asadi *et al.*, 2010).

از نظر محتوای آنتوسیانین موجود در برگ نشاءها در اثر تیمارهای مختلف، تفاوت معنی دار در سطح یک درصد دیده شد (جدول ۳). مطابق با نتایج جدول (۵) مشخص گردید که تیمارهای مختلف اسید بوریک، کاهش میزان آنتوسیانین برگ را سبب شدند. بطور کلی، عواملی که سبب افزایش محتویات قند در یک بافت گیاهی شوند، سنتز آنتوسیانین ها را افزایش می دهند و عواملی که مانع تشکیل و یا تجمع قندها شوند، اغلب اثر بازدارندگی روی ساخت آن ها دارند (Hopkins, 1999). بنابراین، دلیل کاهش میزان آنتوسیانین نشاءها را پس

جدول ۳- تجزیه واریانس وزن تر و خشک ریشه و ساقه نشاءهای تیمار شده گوجه فرنگی با ساکارز و اسید بوریک در خزانه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	طول نشاء	سطح برگ
بلوک	۳	۰/۰۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۸ ^{ns}	۰/۱۰۸ ^{ns}	۷۱۵/۴۹ ^{ns}
ساکارز	۲	۰/۲۷۵ ^{**}	۰/۰۰۰۱۱۸ ^{**}	۰/۰۰۰۱۲*	۰/۰۰۰۰۶۹ ^{ns}	۴۵/۰۴ ^{**}	۱۵۳۹۴/۳ ^{**}
اسید بوریک	۲	۰/۰۱۹ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۵ ^{**}	۰/۰۰۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۱۹ ^{ns}	۳/۴۹ ^{ns}	۹۴۱/۱۷ ^{ns}
ساکارز × اسید بوریک	۴	۰/۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۰۳۶ ^{**}	۰/۰۰۰۰۷*	۰/۰۰۰۰۱۲ ^{ns}	۱/۲۷ ^{ns}	۹۵۴/۹۹ ^{ns}
خطا	۲۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۱۸	۱/۴۹	۴۴۱/۵
CV%		۱۴/۷۴	۹/۶۳	۱۲/۱۳	۷/۹۹	۷/۹۵	۱۵/۷۲

ادامه جدول ۳

منابع تغییرات	درجه آزادی	ریشه / ساقه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل ab	کاروتنوئید	آنتوسیانین
بلوک	۳	۰/۰۰۰۰۹۵ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۰۲۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۷۳ ^{ns}	۰/۰۰۱۵ ^{ns}	۰/۰۰۵۳ ^{ns}
ساکارز	۲	۰/۰۰۲۰۳ ^{**}	۰/۰۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۱۹۵ ^{**}	۰/۰۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۰۱۸ ^{ns}	۰/۱۱۷ ^{**}
اسید بوریک	۲	۰/۰۰۰۶۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۲۸۱ ^{**}	۰/۰۰۳۷۴*	۰/۰۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۲۸ ^{ns}
ساکارز × اسید بوریک	۴	۰/۰۰۰۷۳ ^{ns}	۰/۰۰۱۰ ^{ns}	۰/۰۰۰۵۳ ^{ns}	۰/۰۱۵۲ ^{ns}	۰/۰۰۲۵ ^{**}	۰/۰۰۳۳ ^{**}
خطا	۲۴	۰/۰۰۲۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۰۱۲۰	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۱۸
CV%		۱۵/۱۱	۳۲/۲۲	۲۲/۶۷	۲۳/۲۸	۱۷/۲۶	۱۰/۹۸

ns, *, ** به ترتیب معنی دار شدن در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی دار می باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی ساکارز.

ساکارز (درصد)	وزن تر ساقه (گرم)	طول نشاء (سانتی متر)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	ریشه / ساقه
۰	۰/۷۷ ^a	۱۷/۵۵ ^a	۱۷۳/۷۰ ^a	۰/۰۵۰ ^b
۵	۰/۵۴ ^b	۱۴/۵۶ ^b	۱۲۱/۹۴ ^b	۰/۰۷۷ ^a
۱۰	۰/۴۹ ^b	۱۳/۹۳ ^b	۱۰۵/۰۳ ^c	۰/۰۶۹ ^a
(۰/۰۵) LSD	۰/۰۷۰	۰/۷۹	۱۲/۹۱	۰/۰۱۷

* میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی دار ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ساکارز و اسید بوریک با استفاده از آنالیز برش روی نشاء گیوه فرنگی.

ساکارز (درصد)	اسید بوریک (درصد)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	وزن خشک ساقه (گرم)	کاروتنوئید (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل ab (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	آنتوسیانین (میکرومول بر گرم وزن تر)
۰	۰	۰/۰۱۷ a	۰/۰۳۷bc	۰/۰۳bc	۰/۱۷۳ab	۰/۵۲۵ab	۰/۱۹۲bcd	۰/۳۳۳ab	۰/۴۴۶b
۰	۰/۱	۰/۰۱۷ a	۰/۰۴۳ab	۰/۰۳bc	۰/۱۴۴bc	۰/۳۵۰c	۰/۱۴۲d	۰/۲۰۸c	۰/۳۳۳c
۰	۰/۲	۰/۰۱۷ a	۰/۰۳۹ abc	۰/۰۲۷c	۰/۱۴۹bc	۰/۴۸۶abc	۰/۱۴۲d	۰/۳۵۰a	۰/۲۷۱c
۵	۰	۰/۰۱۷ a	۰/۰۴۳ab	۰/۰۳bc	۰/۱۴۲bc	۰/۵۱۹ab	۰/۲۵۸b	۰/۲۶۰ abc	۰/۴۶۵b
۵	۰/۱	۰/۰۱۶ a	۰/۰۴۵a	۰/۰۳bc	۰/۱۳۸bc	۰/۴۲۶bc	۰/۱۹۲bcd	۰/۲۳۴abc	۰/۴۷۷b
۵	۰/۲	۰/۰۱۶ a	۰/۰۳۹ abc	۰/۰۲۹bc	۰/۱۵۷bc	۰/۴۷۱abc	۰/۲۲۲bc	۰/۲۴۹abc	۰/۵۹۲a
۱۰	۰	۰/۰۱۶ a	۰/۰۴۳ab	۰/۰۳bc	۰/۱۶۸bc	۰/۵۹۳a	۰/۳۳۳a	۰/۲۶۰ abc	۰/۵۱۳b
۱۰	۰/۱	۰/۰۱۶ a	۰/۰۳۳c	۰/۰۴a	۰/۲۱۴a	۰/۴۹۰ abc	۰/۱۹۸bcd	۰/۲۹۲abc	۰/۶۰۱a
۱۰	۰/۲	۰/۰۱۷ a	۰/۰۳۳c	۰/۰۳۳b	۰/۱۲۹c	۰/۳۸۵bc	۰/۱۶۷cd	۰/۲۱۷bc	۰/۴۷۳b
(۰/۰۵) LSD		۰/۰۰۲	۰/۰۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۴۱	۰/۱۵۵	۰/۶۰	۰/۱۲۵	۰/۰۷۸

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

تغذیه گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی با ساکارز و اسید بوریک در مزرعه

پس از تیمار گیاه با اسید بوریک در مزرعه بین تیمارهای مختلف از نظر طول میانگره اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ایجاد شد. در حالیکه، با اعمال تیمار ساکارز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۶). جدول ۷ مقایسه میانگین طول میانگره‌های گیاهان تیمار شده با محلول اسید بوریک را نشان می‌دهد. در تیمار ۰/۱ درصد اسید بوریک این فاکتور نسبت به شاهد تا ۴/۲۵ سانتی‌متر افزایش نشان داد.

افزایش در طول میانگره پس از تغذیه بوته‌ها با اسید بوریک، به برهمکنش بین عنصر بور و اکسین مربوط می‌شود. در گیاهانی که به میزان کافی بور دریافت می‌کنند، ترکیبات فنلی کمتر تجمع می‌یابند. برخی از این ترکیبات از قبیل کافنیک اسید بازدارنده مؤثر IAA اکسیداز به‌شمار می‌آیند (Marschner, 1995). پس افزایش بور در گیاه، افزایش فعالیت این آنزیم را که سبب کاهش میزان اکسین درونی می‌گردد، در پی دارد. به‌دنبال کاهش میزان اکسین در گیاه، از شدت غالبیت انتهایی کاسته می‌شود. در نتیجه شاخه‌های فرعی بیشتری اجازه رشد می‌یابند. در تحقیقی افزایش تعداد شاخه‌ها پس از تیمار

بوته‌های سویا با اسید بوریک مشاهده شده است که دلیل این امر را به نقش بور در تغییر میزان اکسین به سایتوکنین نسبت داده‌اند (Schon and Blevins, 1987). همچنین همانطور که در بخش قبل به آن اشاره شد یکی از دلایل کاهش غالبیت انتهایی میزان دسترسی گیاه به مواد غذایی است. در نتیجه انتظار می‌رود که پس از بهبود شرایط تغذیه‌ای گیاه تعداد شاخه‌های فرعی افزایش یابد (Wien, 1997).

محلول‌پاشی با اسید بوریک باعث شد که در میزان خوشه‌دهی بوته‌ها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار ایجاد شود (جدول ۶). همچنین تیمارهای اسید بوریک و اثر متقابل ساکارز و اسید بوریک روی تعداد گل و طول بوته اختلاف معنی‌داری ایجاد کردند (جدول ۶). طبق نتایج مقایسه میانگین بیشترین تعداد گل در سطح دو اسید بوریک با ۱۱۴/۸۶ عدد مشاهده شد (جدول ۸). این تیمار همچنین بیشترین تعداد خوشه را نیز با ۱۹/۷۰ عدد ثبت نمود (جدول ۷). این تأثیر اسید بوریک را می‌توان به نقش آن در تشکیل جوانه‌های برگ و گل نسبت داد. متخصصان تغذیه معتقدند که میزان بور مورد نیاز در زمان رشد زایشی بسیار بیشتر از رشد رویشی است. همچنین افزایش تعداد خوشه و گل پس از محلول‌پاشی گیاه

با اسید بوریک به نقش آن در انتقال قند به نقاط فعال در حال رشد مربوط می‌شود (Marschner, 1995).

عنصر بور به‌عنوان یک عنصر کم مصرف برای رشد گیاهان ضروری بوده و در صورتی که قبل از گلدهی محلول‌پاشی شود، مؤثرتر است. بور اگر به میزان کافی در گیاه وجود داشته باشد، انتقال قند به نواحی رشد فعال و میوه‌ها را افزایش می‌دهد (Ghaderi *et al.*, 2003). در تحقیق حاضر، با استفاده از اسید بوریک و ساکارز مراحل باز شدن گل‌ها با سرعت بیشتری انجام شد. همچنین، اعمال تیمارهای سطوح یک و دو اسید بوریک سبب افزایش طول بوته‌ها نسبت به شاهد شد. در تیمار پنج درصد ساکارز همراه با ۰/۱ درصد اسید بوریک با ۶۰/۲۵ سانتی‌متر و همچنین در تیمار ۱۰ درصد ساکارز همراه با ۰/۲ درصد اسید بوریک بوته‌ها ارتفاع بیشتری (۶۰/۴۲ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۸).

اثر متقابل ساکارز و اسید بوریک در سطح احتمال پنج درصد باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار روی تعداد میوه شد. از نظر قطر میوه، بین تیمارها تفاوت معنی‌داری دیده نشد (جدول ۶). کاربرد ساکارز پنج درصد بطور مجزا و یا همراه با اسید بوریک ۰/۱ و ۰/۲ درصد اثرات متفاوتی داشت و استفاده توأم این غلظت از ساکارز با سطوح مختلف اسید بوریک تعداد میوه را افزایش داد. بطوریکه افزایش تعداد میوه تا ۱۸/۷۰ عدد در ساکارز پنج درصد همراه با اسید بوریک ۰/۱ درصد نسبت به تیمار شاهد (۱۰/۴۰ عدد) ثبت شد (جدول ۸). افزایش تعداد میوه پس از تیمار با ساکارز در اثر تأمین کربوهیدرات لازم برای این فعالیت به‌وجود می‌آید. گزارش شده است که درختان بادام در مرحله گرده‌افشانی با کمبود شدید ساکارز در لوله‌های گرده مواجه می‌شوند و بیان کردند هر عاملی که به تولید بیشتر کربوهیدرات در این مرحله کمک نماید، تأثیر بسزایی در افزایش تشکیل میوه به جای خواهد گذاشت (Bristow and Martin, 1998). مطالعات دیگر نیز بیانگر این امر بود که ساکارز تأثیر مثبتی بر تشکیل میوه، عملکرد و کیفیت آن دارد. در مورد اثرات اسید بوریک بر میزان تشکیل میوه نیز نظرات متعددی وجود دارد. عنصر بور بر جوانه‌زنی دانه گرده، رشد لوله گرده، باروری تخمک‌ها و تشکیل بذر تأثیر مثبت داشته و موجب بهبود آن‌ها می‌شود. این نتایج در مطابقت با نقش عنصر بور در جوانه‌زنی دانه گرده، تشکیل میوه و انتقال مواد فتوسنتزی به محل مصرف است (Marschner, 1995).

اثر متقابل ساکارز و اسید بوریک روی اسید سیتریک میوه تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت. از نظر مواد جامد محلول و طعم میوه در تیمارهای مختلف تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود نداشت... اما محتوای لیکوپین و ساکارز میوه در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان دادند (جدول ۶). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین میزان اسید سیتریک با ۰/۶۰۰ میلی‌گرم در صد گرم مربوط به تیمار ۰/۲ درصد اسید بوریک بود که سبب افزایش معنی‌دار این فاکتور نسبت به شاهد شد. محتوای لیکوپین میوه‌ها در تیمار کاربرد توأم ۱۰ درصد ساکارز با اسید بوریک ۰/۱ درصد (۰/۲۰۴ میلی‌گرم در گرم) افزایش پیدا کرد (جدول ۸). نتایج حاکی از این امر بود که تیمار توأم بور و ساکارز سبب افزایش رنگ میوه در توت فرنگی (Mashayekhi and Atashi, 2012) و گوجه‌فرنگی (Ghorbani *et al.*, 2015) می‌گردد. با توجه به اثر بور در افزایش انتقال قند و کربوهیدرات در آوندهای آبکش، نقش بسیار مؤثری در بهبود کیفیت میوه خواهد داشت. ساکارز میوه در تیمار پنج درصد ساکارز و ۰/۱ درصد اسید بوریک نسبت به کاربرد مجزای آن‌ها، افزایش معنی‌داری یافت که با گزارش‌های محققان دیگر مبنی بر ایجاد ترکیب قند-بور بوسیله این عنصر و عبور سریع‌تر از غشای تراوایی سلول هم‌خوانی داشت (Ghaderi *et al.*, 2003).

با اسید بوریک به نقش آن در انتقال قند به نقاط فعال در حال رشد مربوط می‌شود (Marschner, 1995).

عنصر بور به‌عنوان یک عنصر کم مصرف برای رشد گیاهان ضروری بوده و در صورتی که قبل از گلدهی محلول‌پاشی شود، مؤثرتر است. بور اگر به میزان کافی در گیاه وجود داشته باشد، انتقال قند به نواحی رشد فعال و میوه‌ها را افزایش می‌دهد (Ghaderi *et al.*, 2003). در تحقیق حاضر، با استفاده از اسید بوریک و ساکارز مراحل باز شدن گل‌ها با سرعت بیشتری انجام شد. همچنین، اعمال تیمارهای سطوح یک و دو اسید بوریک سبب افزایش طول بوته‌ها نسبت به شاهد شد. در تیمار پنج درصد ساکارز همراه با ۰/۱ درصد اسید بوریک با ۶۰/۲۵ سانتی‌متر و همچنین در تیمار ۱۰ درصد ساکارز همراه با ۰/۲ درصد اسید بوریک بوته‌ها ارتفاع بیشتری (۶۰/۴۲ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۸).

اثر متقابل ساکارز و اسید بوریک در سطح احتمال پنج درصد باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار روی تعداد میوه شد. از نظر قطر میوه، بین تیمارها تفاوت معنی‌داری دیده نشد (جدول ۶). کاربرد ساکارز پنج درصد بطور مجزا و یا همراه با اسید بوریک ۰/۱ و ۰/۲ درصد اثرات متفاوتی داشت و استفاده توأم این غلظت از ساکارز با سطوح مختلف اسید بوریک تعداد میوه را افزایش داد. بطوریکه افزایش تعداد میوه تا ۱۸/۷۰ عدد در ساکارز پنج درصد همراه با اسید بوریک ۰/۱ درصد نسبت به تیمار شاهد (۱۰/۴۰ عدد) ثبت شد (جدول ۸). افزایش تعداد میوه پس از تیمار با ساکارز در اثر تأمین کربوهیدرات لازم برای این فعالیت به‌وجود می‌آید. گزارش شده است که درختان بادام در مرحله گرده‌افشانی با کمبود شدید ساکارز در لوله‌های گرده مواجه می‌شوند و بیان کردند هر عاملی که به تولید بیشتر کربوهیدرات در این مرحله کمک نماید، تأثیر بسزایی در افزایش تشکیل میوه به جای خواهد گذاشت (Bristow

جدول ۶- تجزیه واریانس تعداد و طول میان‌گره بوته پس از تیمار گیاه با ساکارز و اسید بوریک در مزرعه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول میان‌گره	طول بوته	تعداد گل	تعداد خوشه	قطر میوه	تعداد میوه	ساکارز	لیکوپین	شاخص طعم	اسید سیتریک	مواد جامد محلول
بلوک	۳	۰/۱۲ ^{ns}	۹/۴۲ ^{ns}	۸/۷۸ ^{ns}	۴/۹۱ ^{ns}	۰/۲۸۸ ^{ns}	۲۵/۲۶*	۰/۰۰۲	۲۸/۳۹ ^{ns}	۰/۱۴۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۱۴۳ ^{ns}
ساکارز	۲	۰/۰۹۶ ^{ns}	۵۸/۷۸ ^{ns}	۹/۰۲ ^{ns}	۰/۳۶ ^{ns}	۰/۱۰۰ ^{ns}	۳۱/۵۶*	۰/۰۱۵۹ ^{**}	۷۶۰/۷۵۲ ^{**}	۰/۵۴۸ ^{ns}	۰/۰۰۰۵۳ ^{ns}	۰/۱۱۰ ^{ns}
اسید بوریک	۲	۰/۴۶*	۲۲۹/۸۷ ^{**}	۱۰۰۱/۳۷ ^{**}	۱۷/۶۴*	۰/۰۱۳ ^{ns}	۶۲/۷۰ ^{**}	۰/۰۰۹۳*	۱۹۵۱/۱۹ ^{**}	۴/۷۷ ^{ns}	۰/۰۰۵۳۸ ^{ns}	۰/۰۴۳۳ ^{ns}
ساکارز × اسید بوریک	۴	۰/۰۸۸ ^{ns}	۶۵/۸۲*	۱۶۶/۵*	۹/۷۳ ^{ns}	۰/۰۲۴ ^{ns}	۱۷/۶۴*	۰/۰۲۳۶ ^{**}	۴۳۴۶/۷۷ ^{**}	۵/۳۲ ^{ns}	۰/۰۱۱۶ ^{**}	۰/۰۴۰۴ ^{ns}
خطا	۲۴	۰/۱۴۲	۲۴/۰۶	۶۳	۲/۵۵	۰/۵۵۷	۷/۲۸	۰/۰۰۲	۱۵۸/۵۲	۱/۹۷	۰/۰۰۲۶	۰/۱۵۱
CV%	۹/۳۰	۸/۸۹	۷/۹۰	۸/۵۱	۳۹/۴۰	۱۷/۴۱	۱۹/۶۳	۹/۲۴	۱۳/۰۲	۹/۶۹	۶/۸۳	۶/۸۳

ns و * و ** به ترتیب معنی‌دار شدن در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۷- مقایسه میانگین تعداد و طول میان‌گره بوته‌ها پس از تیمار با اسید بوریک در مزرعه.

تعداد خوشه	طول میان‌گره (سانتی‌متر)	اسید بوریک (درصد)
۱۷/۴۰b	۳/۸۶b	۰
۱۹/۲۱a	۴/۲۵a	۰/۱
۱۹/۷۰a	۴/۰۲ab	۰/۲
۱/۳۴	۰/۳۱	(۰/۰۵) LSD

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر متقابل ساکارز و اسید بوریک روی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بوته.

ساکارز (درصد)	اسید بوریک (درصد)	تعداد گل	طول بوته (سانتی‌متر)	تعداد میوه	اسید سیتریک (میلی‌گرم در صد گرم)	لیکوپین (میلی‌گرم در گرم)	ساکارز (میلی‌گرم در گرم)
۰	۰	۸۶/۱۶d	۴۴/۱۶c	۱۰/۴۰d	۰/۵۱۵bcd	۰/۱۲۱cd	۰/۲۴۷c
۰/۱	۰/۱	۹۸/۸۲bc	۵۶/۸۷ab	۱۵/۷۳abc	۰/۴۷۰d	۰/۱۲۲cd	۰/۱۶۳d
۰/۲	۰/۲	۱۱۴/۸۶a	۵۷/۵۷a	۱۵/۲۳abc	۰/۶۰۰a	۰/۱۳۲c	۰/۳۲۹ab
۰	۰	۹۲/۰۹cd	۵۶/۱۲ab	۱۲/۵۰cd	۰/۴۸۰cd	۰/۰۹۸e	۰/۱۹۵cd
۰/۱	۰/۱	۱۰۶/۵۱ab	۶۰/۲۵a	۱۸/۷۰a	۰/۵۲۵bcd	۰/۱۲۴cd	۰/۳۹۹a
۰/۲	۰/۲	۱۰۵/۹۲ab	۵۵/۴۷ab	۱۶/۶۲ab	۰/۵۶۲ab	۰/۱۳۲c	۰/۲۷۵bc
۰	۰	۹۲/۰۳cd	۵۰/۱۰bc	۱۷/۱۳ab	۰/۵۵۷ab	۰/۱۷۹b	۰/۲۰۸cd
۰/۱	۰/۱	۱۰۷/۵۰ab	۵۵/۶۵ab	۱۸/۲۷ab	۰/۵۵۲abc	۰/۲۰۴a	۰/۲۵۲bc
۰/۲	۰/۲	۱۰۰/۶۹bc	۶۰/۴۲a	۱۴/۴۶bc	۰/۴۹۷bcd	۰/۱۱۱de	۰/۲۲۱cd
							(۰/۰۵) LSD
۰/۰۸	۰/۰۱۸	۱۱/۵۸	۷/۱۶	۳/۹۲	۰/۰۷۴	۰/۰۱۸	۰/۰۸

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه گیری کلی

نتایج به دست آمده از این تحقیق حاکی از آن بود که تغذیه نشاءها با ساکارز در خزانه باعث کاهش رشد رویشی نشاءها گردید. این میزان کاهش در تیمارهای توأم ساکارز و اسید بوریک به صورت چشم گیرتری مشاهده شد. به دنبال کاهش رشد رویشی نسبت ریشه به ساقه در تمام تیمارهای حاوی ساکارز نسبت به شاهد افزایش یافت. افزایش در نسبت ریشه به ساقه پس از انتقال به مزرعه مؤثر واقع شد و صفات رویشی بوته را بهبود بخشید.

اثرات تغذیه در برخی از فاکتورهای کمی و کیفی از قبیل تعداد میوه، قند و لیکوپن میوه نیز قابل مشاهده بود. در اغلب فاکتورها از قبیل سطح برگ، میزان کاروتنوئید و آنتوسیانین برگ، تعداد خوشه و میوه و برخی از خصوصیات کیفی میوه، تیمار توأم ۱۰ درصد ساکارز و ۰/۱ درصد اسید بوریک وضعیت بهتری داشت. فاکتورهای کیفی میوه نیز تا حدودی تحت تأثیر قرار گرفت. اما در برخی موارد صفات کیفی تغییر نداشته و یا حتی

نزول پیدا کردند. از آنجا که محلول پاشی با آغاز گلدهی خاتمه پیدا کرد و منجر به افزایش تعداد گل و میوه در بوته گردید، می توان گفت به دلیل افزایش تعداد میوه و توقف محلول پاشی پس از آن، کیفیت میوه تحت تأثیر قرار نگرفت و حتی در برخی موارد کاهش نیز پیدا کرد. لذا اگر این روند ادامه داشت احتمالاً می توانست کیفیت میوه را به مقدار زیاد تحت تأثیر قرار دهد. همچنین، در این آزمایش مشخص گردید که عنصر بور انتقال قند را در درون گیاه تسهیل می نماید. در نتیجه کاربرد همزمان بور و ساکارز می تواند به عنوان کودی بیولوژیک با سرعت جذب بالا و تأثیر پذیر عمل نماید.

سپاسگزاری

از شرکت کشت و صنعت رب دلند واقع در استان گلستان به خاطر پشتیبانی و حمایت در اجرای تحقیق، تشکر و قدردانی می گردد.

References

- Abo-Elsaod, I.A., Omran, A.F. & Mansour, M.A. (1980). Response of tomato plants to foliar application of alar and boron. *Scientia horticulturae*, 12: 135-142.
- Arnon, A.N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23: 112-121.
- Asadi, K. Zh., Ghorbanli, M. & Sateei, A. (2010). The effect of drought stress and exogenous ascorbate on photosynthetic pigments, flavonoids, phenol compounds and lipid peroxidation in *Pimpinella anisum* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25: 456-469.
- Bristow, P.R. & Martin, R.R. (1998). Location of prunus necrotic pollen grain of infected ringspot virus on of almond and cherry trees. *Phytopathology*, 72: 1542-1545.
- Do, C.B. & Cormier, F. (1991). Effect of low nitrate and high sugar concentrations on anthocyanin content and composition of grape (*Vitis vinifera* L.) cell suspension. *Plant-Cell-Reports*, 9: 500-504.
- FAO. (2014). Statistics <http://fao.stat.fao.org/fao/stat>.
- Fierro, A., Tremblay, L.N. & Gosselin, A. (1994). Supplemental Carbon Dioxide and Light Improved Tomato and Pepper Seedling Growth and Yield. *Hortscience*, 29(3): 152-154.
- Ghaderi, N., Vezvaei, A., Talaei, A.R. & Babalar, M. (2003). Effect of Boron and Zinc Foliar Spraying as

well as concentrations of These Elements on Some Leaf and Fruit Characteristics of Almond. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 34(1): 127-135.

- Ghorbani, D. A., Mashayekhi, K & Kamkar, B. (2015). Effect of foliar application sucrose, boron, potassium nitrate and salicylic acid on yield and yield components of tomato var. Super A. *Research in Crop Ecosystems*, 2(1): 43-52.
- Handel, E.V. (1968). Direct microdetermination of sucrose. *Analytical Biochemistry*, 22: 280-283.
- Hassandokht, M.R. (2013). *Technology of vegetable production*. Selseleh Press, 576 pp.
- Hopkins, W.G. (1999). *Intruduction to Plant Physiology*. Vol. 1 and 2, John Wiley and Sons, New York.
- Hugh, G.G. & Dugger, W.M. (1952). The Role of boron in the translocation sucrose. *Plant Physiology*, 28(3): 457-464.
- Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher. Second edition*, Academic press Inc., London, pp. 891.
- Mashayekhi, K. & Atashi, S. (2012). Effect of foliar application of boron and sucrose on biochemical parameters of “Camarosa” strawberry. *Journal of Plant Production*, 19 (4): 157-170.
- McCall, D. (1992). Effect of supplementary light on tomato transplant growth and the after-effect on yield. *Scientia Horticulturae*, 51: 61-70.
- Mengel, K. & Kirkby, E.A. 1987. *Principle of plant nutrient*. International Potash Institute, Worblaufen-Bern, Switzerland, 687 pp.
- Omokolo, N.D., Tsala, N.G. & Djocgoue, P.F. (1996). Change in carbohydrate in, amino acid and phenol content in cocoa pods from three clones after infection and dwarfing in tomato seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, 41: 283-288.
- Rubatzky, E.V. & Yamaguchi, M. (1997). *World vegetables, principles, production and nutritive values*. 2nd Edition. Chapman and Hall. International Thompson publishing, New York, 843 pp.
- Sadasivam, S. & Manickam A. (1992). *Biochemical methods for agricultural sciences*. Wiley Eastern Limited, New Dehli.
- SAS Institute. (2001). *SAS/Stat User's Guide*. Version 9. SAS Institute, Cary, N.C.
- Schon, M.K. & Blevins, D.G. (1987). Boron Stem Infusions Stimulate Soybean Yield by Increasing Pods on Lateral Branches. *Plant Physiology*, 84: 969-971.
- Serny, A.T., Rajapakse, N.C. & Rieck, J.R. (2004). Height Control of Vegetable Seedlings by Greenhouse Light Manipulation. *Journal of Vegetable Crop Production*, 10(1): 67-80.
- Stephenson, A.G. (1981). Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annual Review of Ecology and systematics*, 12: 253-279.
- Sweeney, J.P., Chapman, V.J. & Hepner, P.A. (1970). Sugar, acids and flavor in fresh fruit. *Journal of the American Dietetic Association*, 57: 432-435.
- Wanger, G.J. (1979). Content and vacuole\ extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanins in protoplasts. *Plant physiology*, 64: 88-93.
- Wells, O. (2001). *Starter solutions for vegetable crops*. UNH Cooperative Extention Bulletin.
- Wien, H.C. (1997). *The Physiology of Vegetable Crops*. CAP internatinol, London, 700pp.