مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد نوزدهم، شماره چهارم، ۱۳۹۱
http://jopp.gau.ac.ir

تاثیر محلول‌پاشی بُر و ساکارز بر روی برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاه توت فرنگی رقم کاماروسا

کامبیز مشایخی[۱] و*صادق آتشی[۲]

[۱]دانشیار گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی گرگان، [۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

چکیده

بُر یکی از عناصر کم‌مصرف می‌باشد که در متابولیسم گیاهان نقش اساسی دارد. یکی از نقش‌های احتمالی آن نیز اتصال و انتقال قندها به شکل ساکارز در داخل گیاهان است. نقش احتمالی اخیر این عنصر کم‌مصرف باعث گردید تا محلول پاشی خالص و توام این ترکیبات و تاثیر آن بر برخی از خصوصیات بیوشیمیایی آن بر روی شاخه، برگ و میوه توت‌فرنگی مورد آزمایش قرار گیرد. بیشترین میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل، کاروتنوئیدها و قندهای کل برگ در تیمار محلول‌پاشی دارای ۱۰ درصد ساکارز همراه با ۰/۲ درصد اسیدبوریک مشاهده شد. بالاترین درصد گلوکز در صورت محلول‌پاشی توام ساکارز با غلظت ۱۰ درصد و اسیدبوریک با غلظت ۰/۱ درصد حاصل گردید. همچنین بیشترین مقدار قندهای کل، گلوکز میوه و ساکارز برگ در صورت کاربرد توام ساکارز ۱۰ درصد با همین دو غلظت ۰/۱ و ۰/۲ درصد اسیدبوریک به دست آمد. در مورد ساکارز میوه و اسید آسکوربیک نیز همین ترکیب ذکر شده فوق باعث افزایش این خصوصیات شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که در پی محلول‌پاشی توسط محلول دارای اسیدبوریک و ساکارز مقدار کلروفیل و قندها در برگ افزایش می‌یابد، بنابراین با افزایش قندها در برگ مقدار قندهای میوه نیز به‌طور معنی‌داری افزایش نشان می‌دهند. علاوه بر این مشخص شد که با افزایش غلظت اسیدبوریک از میزان سمیت در گیاه بروز می‌کند و در نتیجه مقدار کلروفیل و قندها در برگ‌ها و میوه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابند. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت معنی‌دار بین مقدار کلروفیل a، b،

کلروفیل کل و محتوی کارتنوئیدها در برگ‌های این گیاه با میزان قند کل، گلوکز و ساکارز درون برگ، میوه و اسید آسکوربیک کل میوه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: توت‌فرنگی، ساکارز، اسیدبوریک، قندها، کلروفیل

مقدمه

توت‌فرنگی از میوه‌های ریز مناطق معتدله است که به‌دلیل عطر، طعم و محتویات سرشار از ویتامین آن به‌خوبی شناخته شده و جایگاه مهمی را در رژیم غذایی میلیون‌ها نفر در جهان باز نموده است (کاشی و حکمتی، ۱۹۹۲؛ طباطبایی و همکاران، ۲۰۰۶) از طرف دیگر بُر از جمله عناصر غذایی کم‌مصرف می‌باشد که برای گیاهان آوندی و دیاتومه‌ها ضروری است (مارشنر، ۱۹۹۵). این عنصر در جوانه‌زنی دانه گرده، تشکیل میوه و انتقال مواد فتوسنتزی به محل مصرف نقش اساسی ایفا می‌کند. افزایش غلظت مناسب بُر در میوه‌های خزان‌دار برای تشکیل میوه و افزایش عملکرد و کاهش بعضی از بیماری‌ها مثل آتشک در گلابی نقش مهمی دارد. این ماده در محصولات ریشه‌ای مثل چغندرقند و سیب‌زمینی در انتقال مواد حاصل از فتوسنتز بسیار موثر است (منگل و کیرکبای، ۱۹۸۷). از طرفی بُر سبب انتقال قندها به‌شکل ساکارز در گیاهان می‌شود که علت آن به‌دلیل ترکیب قند- بُر بوده که می‌تواند سریع‌تر از قند ساده از غشای تراوای سلول عبور کند (کاستر و سوتومایور، ۱۹۹۷؛ نیومورا و براون، ۱۹۹۷). اگر کمبود بُر وجود داشته باشد گلها به‌دلیل اختلال در لقاح ریزش نموده و یا به میوه‌های کوچک تبدیل می‌شوند. در میوه‌های جوان بادام کمبود بُر باعث تولید صمغ می‌گردد (کاستر و سوتومایر، ۱۹۹۷). محلول‌پاشی بُر در انگور باعث افزایش عملکرد و کیفیت میوه می‌شود (چن و همکاران، ۱۹۹۸). بنا به‌گزارش کوئین (۱۹۹٦) در محلول‌پاشی پرتقال توسط بُر اندازه و قند میوه افزوده شد. از طرفی توسط یی و کلارک (۱۹۵٦) نیز نشان داده شده است که در گیاهان دارای کمبود بُر، بدون توجه به میزان قند موجود، رشد طولی ریشه‌ها کاهش می‌یابد. همچنین بُر در گل‌دهی، میوه‌دهی، متابولیسم ازت، انتقال و عمل هورمون‌ها و تقسیم سلولی نقش اساسی دارد (معزاردلان و فیروزآبادی، ۱۹۹۷). بُر سبب شکل‌گیری پکتین دیواره سلولی، سنتز مالیک اسید، تقسیم سلولی، انتقال قندها و آنزیم‌ها می‌شود. همچنین گزارش گردیده که در کیوی این عنصر برای تولید میوه‌هایی با بذرهای به‌اندازه خوب و مناسب ضروری است (سالیس بری و رز، ۱۹۹۲). همچنین احمد و ابدل

(۱۹۹۵) گزارش کردند که در پرتقال کاربرد «بُر» رشد لوله گرده، اندازه میوه و میزان قند آن‌را افزایش داد. این تاثیر به‌احتمال زیاد به‌دلیل اثر بُر بر سنتز اکسین‌ها می‌باشد. به‌نظر اسمیت و زینک (۱۹۵۱)، ساکارز فرم قابل جابجایی محصولات فتوسنتزی یعنی کربوهیدرات‌ها می‌باشد. از این‌جهت استفاده از این ماده جهت کمک به تغذیه گیاه در جهت نیل به اهداف خاص فیزیولوژیکی از قدیم به‌ندرت مورد استفاده قرار می‌گرفته است. همچنین همین محققین نشان دادند که پتانسیل در ریشه‌زایی نشاهای گوجه‌فرنگی می‌تواند به‌صورت مصنوعی و با تیمار این گیاهان توسط محلول ۱۰ درصد ساکارز افزایش یابد. با توجه به‌اینکه ساکارز تاثیر مثبتی بر تشکیل میوه، عملکرد و کیفیت میوه دارد، بنابراین محلول‌پاشی یا برگ‌پاشی عناصر معدنی و قندها جهت تامین سریع عناصر موردنیاز گیاهان عالی، از اهمیت خاصی برخوردار است. چرا که در این روش عناصر غذایی خیلی سریع‌تر از جذب آنها از خاک و از راه ریشه در دسترس گیاه قرار می‌گیرند (جاسوانت و همکاران، ۱۹۹٤). به‌نظر مارشنر (۱۹۹۵) با وجود اشکالات به‌طور کلی تامین عناصرغذایی از راه برگ‌پاشی، تحت شرایط معینی بهترین راه‌حل محسوب می‌شود. برای مثال در خاک‌های آهکی و در شرایط pH بالای خاک از قابلیت جذب بعضی عناصر از قبیل بُر، مس و منگنز کاسته می‌شود (مارشنر، ۱۹۹۵؛ نیجار، ۱۹۹۰). در نتیجه تغذیه مواد از طریق محلول‌پاشی را توجیه می‌نمایند. بنابراین با توجه به کاربردی کردن موارد مورد ذکر، به‌آسانی می‌توان روش‌هایی را جهت بالابردن تشکیل و رشد میوه ابداع نمود. ازجمله این موارد استفاده از محلول‌پاشی گیاهان توسط قندها است. همچنین داگر (۱۹۸۳) گزارش نموده است ساکارز عمده‌ترین قندی است که در آوند آبکش جابجا می‌شود. این محققان به این نتیجه رسیدند که ساکارز از طریق برگ و جوانه‌های در حال تورم جذب می‌گردد و انرژی لازم را جهت رشد اندام‌های زایشی و جنینی فراهم می‌نمائید. کیم و لاجرستید (۱۹۸۵) مشاهده نمودند که توسط محلول‌پاشی درختان فندق با ساکارز (غلظت ۰/٤ مولار) رشد لوله گرده به‌طور قابل‌توجهی افزایش یافته و تشکیل میوه ۱۲ درصد اضافه می‌گردد. توسط این روش می‌توان نسبت انواع قندها به یکدیگر که تاثیر عمیقی بر فیزیولوژی گیاهی دارد را تغییر داد. مثلا مواینگ و همکاران (۱۹۹۷) گزارش نمودند در صورتی‌که نسبت سوربیتول به ساکارز در برگ‌های بالغ درختان بادام بیشتر از ۲ باشد، درصد بیشتری از میوه‌های بادام ریزش پیدا می‌کنند بنابراین می‌توان پیشنهاد نمود که این نسبت را توسط محلول‌پاشی تغییر داد. عناصر غذایی کم‌مصرف نیز در این رابطه بی‌تاثیر نمی‌باشند. به‌طور مثال با توجه به نقشی که برای بُر و ساکارز تعریف گردید حدس زده شد که استفاده با هم این دو ماده می‌تواند بسیار موثرتر از استفاده هر

یک از آنها به‌تنهایی باشد. به‌عبارت دیگر توسط این روش می‌توان ساکارز را بهتر به درون گیاه منتقل و در آن به‌حرکت در آورد. بر اساس موارد مندرج در فوق آزمایشی بر روی گیاه توت‌فرنگی رقم کاماروسا انجام شد و تاثیر هر کدام از این دو عامل به‌تنهایی و همراه با یکدیگر مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گل‌خانه تحقیقاتی گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. حداقل و حداکثر دما در گلخانه در طول شبانه‌روز حدود ١٤ الی ٢٥ درجه سانتی‌گراد و نور به میزان ٨٠٠٠ الی ١٢٠٠٠ لوکس فراهم گردید. نشاهای گیاه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در اوایل آبان‌ماه سال ٨٨ در گلدان‌های پلاستیکی سیاه‌رنگ ده‌لیتری که توسط محیط کشت شامل مخلوطی از ماسه‌بادی و خاک مزرعه به‌نسبت ١:٢ پر شده بودند کشت گردیدند. بافت خاک مورد استفاده لومی، دارای هدایت الکتریکی ١/٢٠٠ دسی‌زیمنس بر متر، ازت کل ٠/٠١٩٥ درصد، فسفر قابل‌جذب ٩/٥ ppm، پتاسیم قابل‌جذب ١٣٣ ppm، و بُر ٣/٧٢ ppm بود. مخلوط بستر کشت قبل از استفاده با استفاده از قارچ‌کش بنومیل ١/٥ در هزار ضدعفونی گردید. در هر گلدان دو عدد نشا قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار سطح اسیدبوریک (صفر، ٠/١، ٠/٢ و ٠/٤ درصد) و چهار سطح ساکارز (صفر، ٥، ١٠ و ٢٠ درصد) با چهار تکرار انجام شد. در ادامه محلول‌پاشی در پنج مرحله صورت گرفت. محلول‌پاشی در مرحله اول یک ماه بعد از کشت و در مراحل بعدی محلول‌ها با فاصله دو هفته از یکدیگر بر روی بوته‌ها اسپری گردیدند. میوه‌ها در زمان رسیدن یعنی در زمانی‌که کاملاً رنگ گرفته بودند و برگ‌ها را هم چهار ماه بعد از کشت (اوایل اسفند) برداشت نموده و مورد مطالعه قرار گرفتند. در این بررسی کلروفیل a، b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها توسط روش استخراج با متیل سولفوکسید و اسپکتوفتومتری (ولبرن، ١٩٩٤) و قند کل توسط روش آنترون و قرائت با اسپکتوفتومتری (ساداسیوام و مانیکام، ١٩٩٢) اندازه‌گیری شدند. میزان گلوکز و ساکارز طبق روش نلسون و با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتری تعیین گردیدند (سوموگی، ١٩٥٢). مقدار اسیدآسکوربیک کل (AA) با استفاده از روش دینتروفنیل هیدرازین (DNPH) با دستگاه اسپکتروفتومتر(S 2000 uv/vis) تعیین و بر حسب میلی‌گرم اسیدآسکوربیک در کیلوگرم وزن تر گزارش شد (ترادا و همکاران، ١٩٧٨). داده‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری‌های به‌عمل آمده با استفاده

از نرم‌افزار آماری SAS و رویه Glm مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده نشان داد که محلول‌پاشی بوته‌های توت‌فرنگی با بُر و ساکارز اثر بسیار معنی‌داری ($P<۰/۰۰۱$) بر روی مقدار کلروفیل a، b، کلروفیل کل و محتوی کارتنوئیدها در برگ‌های این گیاه دارد (جدول ۱)

جدول ۱- تجزیه واریانس مقدار کلروفیل و کارتنوئید اندازه‌گیری شده در برگ بوته‌های توت‌فرنگی پس از محلول-پاشی با بُر و ساکارز.

منبع تغییر	درجه آزادی	کلروفیل a (mg/g.fw)	کلروفیل b (mg/g.fw)	کلروفیل کل (mg/g.fw)	کارتنوئید (mg/g.fw)
عنصر بُر (A)	۳	٤۱/٤۸***	۵/۱٦***	۱۸/۸۹***	۹/۵٤***
ساکارز(B)	۳	۱۱۱/۲٤***	۱۷/۱۷***	٦۰/٤۵***	۲۲/٦۸***
اثر متقابلA×B	۹	۱٤/۵۹***	۲/٤۱***	۸/۳٦***	۳/۵۹***
خطا	٤۵	۰/٦٦	۰/۰۹	۰/۳۳	۰/۲۰

***معنی‌دار بودن در سطح یک صدم درصد.

در بررسی اثر متقابل بُر و ساکارز (جدول ۲) ملاحظه می‌گردد که با افزایش کاربرد توام این دو ماده مقدار کلروفیلa، کلروفیلb، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها در برگ‌های توت‌فرنگی ابتدا به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد و سپس از مقدار آن کاسته می‌شود. در این میان بالاترین مقدار کلروفیل a (۱۸/۵۵mg/g.fw)، کلروفیل b (٦/۹۰ mg/g.fw) و کلروفیل کل (۱۳/۰٦ mg/g.fw) مربوط به تیمار ۰/۲ درصد بُر در ترکیب با ۱۰ درصد ساکارز و کمترین مقدار کلروفیل a (۷/۳۹ mg/g.fw)، کلروفیل b (۲/٦٤ mg/g.fw) و کلروفیل کل (۵/۰٤ mg/g.fw) مربوط به تیمار ۰/٤ درصد بُر در ترکیب با صفر درصد ساکارز و برای کارتنوئید بالاترین مقدار (۱۰/۰۲ mg/g.fw) مربوط به تیمار ۰/۲ درصد بُر در ترکیب با ۱۰ درصد ساکارز و کمترین مقدار (٤/۷۷ mg/g.fw) مربوط به تیمار ۰/٤ درصد بُر و صفر درصد ساکارز بود، یعنی با حذف ساکارز حتی با افزایش بُر نیز میزان آنها کاهش می‌یابد. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت معنی‌دار بین مقدار کلروفیل a، b،

کلروفیل کل و محتوی کارتنوئیدها در برگ‌های این گیاه با میزان قند کل، گلوکز و ساکارز درون برگ و میوه دارد. این به‌این معنی می‌باشد که افزایش کربوهیدرات‌های درون برگ و میوه بوته‌های توت‌فرنگی ناشی از محلول‌پاشی آنها توسط محلول‌های ساکارز همراه با بُر است و بُر نقش عمده‌ای در حرکت ساکارز از خارج به درون و انتقال آن در گیاه دارد (جدول ۷). در این بررسی مشاهده شد که یک همبستگی مثبت معنی‌دار بین مقدار کلروفیل و محتوی کارتنوئیدها موجود در برگ‌های این گیاه با اسیدآسکوربیک کل درون میوه وجود دارد. همچنین مشاهده شد که بیشترین میزان همبستگی بین کلروفیل و کارتنوئید با میزان قند کل برگ وجود دارد (جدول ۷). که نشانگر تاثیر زیاد محلول‌پاشی توام این دو ماده بر روی بوته این گیاه می‌باشد.

جدول ۲ – مقایسه میانگین‌های اثر متقابل مربوط به‌میزان کلروفیل و کارتنوئید در برگ توت‌فرنگی با استفاده از آنالیز برش اثر متقابل عامل‌ها.

عنصر بُر (٪)	مقدار ساکارز (٪)	کلروفیل a (mg/g.fw)	کلروفیل b (mg/g.fw)	کلروفیل کل (mg/g.fw)	کارتنوئید (mg/g.fw)
۰	۰	۸/۲۹^{d}	۲/۷۷^{d}	۵/۳۵^{d}	۵/۰٤^{c}
	۵	۱۲/۲۷^{b}	٤/۵٤^{b}	۸/٦۰^{b}	۷/۵٦^{a}
	۱۰	۱٤/۳۲^{a}	۵/۳۵^{a}	۱۰/۱۲^{a}	۸/۰۱^{a}
	۲۰	۱۰/٦۲^{c}	۳/۷۱^{c}	۷/۱۱^{c}	٦/۰٤^{b}
۰/۱	۰	۹/٦۰^{d}	۳/٤۳^{c}	٦/۵۵^{c}	٦/۱٦^{c}
	۵	۸/۲۲^{c}	۲/۹۱^{d}	۵/۵۵^{d}	۵/۲۱^{b}
	۱۰	۱۵/۵۸^{a}	۵/۷٦^{a}	۱۰/۹۲^{a}	۸/۳۸^{a}
	۲۰	۱۱/۷۷^{b}	٤/۲٦^{b}	۸/۱۰^{b}	٦/٦٤^{c}
۰/۲	۰	۱۱/٦۱^{b}	۳/۸٦^{c}	۷/٤٦^{c}	٦/۵۸^{c}
	۵	۸/۱۷^{d}	۲/۹۱^{b}	۵/۵۵^{b}	۵/۳٤^{b}
	۱۰	۱۸/۵۵^{a}	٦/۹۰^{a}	۱۳/۰٦^{a}	۱۰/۰۲^{a}
	۲۰	۱۰/۲۸^{c}	۳/۵۹^{c}	٦/۸۸^{c}	٦/۱۱^{c}
۰/٤	۰	۷/۳۹^{b}	۲/٦٤^{b}	۵/۰٤^{b}	٤/۷۷^{b}
	۵	۷/۷۰^{b}	۲/۷۲^{b}	۵/۲۰^{b}	٤/۷۸^{b}
	۱۰	۱۰/۳٤^{a}	۳/٦۰^{a}	٦/۹۰^{a}	٦/۲۰^{a}
	۲۰	۸/٤۹^{b}	۳/۲۳^{a}	٦/۰۹^{a}	۵/۲۷^{b}
LSD(٪۵)		۰/۵۷	۰/۲۱	۰/٤۰	۰/۳۲
ضریب‌تغییرات (درصد)		۷/۵۰	۷/۸۷	۷/۷٦	۷/۱۳

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) میـزان کربوهیـدرات‌هـای بـرگ توسـط تیمارهـای اسیدبوریک و ساکارز و تاثیر متقابل آن دو اثر بسیار معنی‌داری بر میزان کربوهیـدات‌هـای موجـود در برگ‌ها داشتند. در تمام تیمارها بیشترین مقادیر مربوط به تیمارهای ترکیبی ساکارز و بُر مشاهده شد.

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی از خصوصیات بیوشیمیایی در برگ توت فرنگی پس از محلول‌پاشی با تیمارهای بُر و ساکارز.

منبع تغییر	درجه آزادی	قندکل برگ gr/kg^{-1}	گلوکز برگ gr/kg^{-1}	ساکارز برگ gr/kg^{-1}
عنصر بُر(A)	۳	٤٥٤٤/۰٦***	۳٥٥۹/۰۸***	۱۲۳/٦۷***
ساکارز(B)	۳	٥۲۹٤/٥۹***	۲٤۷۷/۱۳***	۷۸/۰٥***
اثر متقابل A×B	۹	۷٤۹/۸٤***	۱۳۱/۹٦***	٦/٦۳***
خطا	٤٥	۳۸/۰۱	۳۰/۹۰	۱/۰۳

***معنی‌دار بودن در سطح یک صدم درصد.

همانگونه که در جدول ٤ نشان داده شد، اختلاف میزان قند کل، گلوکز و سـاکارز بـرگ در تمـام تیمارها که اسید بوریک و ساکارز با هم به‌کار برده شد نسبت به تیمار شـاهد دارای تفـاوت معنـی‌دار می‌باشد ($P<۰/۰۰۱$) در این گروه تیمار ۰/۲ درصد اسیدبوریک و ۱۰ درصد ساکارز بیـشترین مقـدار قند کل برگ (۱٦٤/۲۱ g/kg Dw.) را دارد. در تیمار ساکارز به‌تنهایی در تمام فاکتورهای اندازه‌گیری شده بیشترین مقدار مربوط به ساکارز ۱۰ درصد بود. همچنین نتایج نشان می‌دهد که میزان گلوکز برگ توسط تیمار اسیدبوریک و ساکارز به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار گرفته است. بررسـی اثـر متقابـل اسیدبوریک و ساکارز در جدول ٤ نشان می‌دهد که بیشترین میزان گلوکز برگ (۹۷/۸۹ g/kg .Dw) مربوط به تیمار اسیدبوریک ۰/۱ درصد و ساکارز ۱۰ درصد است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد کـه با افزایش غلظت بُر با ساکارز از یک مقدار معینی میزان فاکتورهای اندازه‌گیـری شـده رو بـه کـاهش می‌گذارد. به‌طور مثال در تیمار اسیدبوریک ۰/٤ درصد همراه با ساکارز ۲۰ درصد کاهش در میزان قند کل، گلوکز و ساکارز مشاهده می‌گردد. بررسی اثر متقابـل اسـیدبوریک و سـاکارز (جـدول ٤) نـشان می‌دهد که در اکثر تیمارهایی که اسیدبوریک و ساکارز تواماً به‌کـار رفتنـد روی میـزان سـاکارز بـرگ نسبت به تیمار شاهد معنی‌دار بوده است. در این گروه بیشترین مقدار ساکارز برگ مربوط به تیمارهای اسیدبوریک ۰/۱ درصد با ساکارز ۱۰ درصد (۲۸/۱۲ g/kg .Dw) اسیدبوریک ۰/۲ درصد و ساکارز ۱۰ درصد (۲۸/۲٤ g/kg .Dw) و کمترین آن مربوط به تیمار اسیدبوریک ۰/٤ درصد با ساکارز صفر

درصد (Dw. ۳۳/۲۰g/kg) می‌باشد. نیومورا و براون (۱۹۹۷) گزارش نمودند که با محلول‌پاشی اسیدبوریک در بادام غلظت بُر و به‌دنبال آن میزان هیدرات‌کربن و انرژی بیشتری ایجاد شده و درصد تشکیل میوه افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند. احمد و ابدل (۱۹۹۵) گزارش کردند که کاربرد «بُر» در پرتقال رشد لوله گرده، اندازه میوه و میزان قند میوه را افزایش داد. این تاثیر به‌احتمال زیاد به‌دلیل اثر بُر بر سنتز اکسین‌ها می‌باشد. در ضمن بایستی اضافه شود که برخلاف اینکه هر کدام از این عوامل به‌تنهایی خصوصیات مربوطه را افزایش می‌دهند ولی مصرف با هم آنها دارای تاثیر بسیار بیشتری می‌باشد.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل بُر و ساکارز مقدار کربوهیدرات در برگ توت فرنگی با استفاده از آنالیز برش اثر متقابل عامل‌ها.

عنصر بُر	مقدار ساکارز	قندکل برگ	گلوکز برگ	ساکارز برگ
(٪)	(٪)	میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک		
۰	۰	۱۲۸/٦٤^{b}	٥۲/۹۷^{b}	۲۰/۷٥^{b}
	٥	۱۳٦/۹۹^{b}	٥۹/۹٥^{b}	۲۲/۳۷^{a}
	۱۰	۱٥۷/٤۷^{a}	٦۸/٤٦^{a}	۲۳/۳٥^{a}
	۲۰	۱٥۰/۸۹^{a}	٥۲/۸۱^{b}	۲۰/۷٦^{b}
۰/۱	۰	۱۳۰/٤٦^{d}	٥۳/۸۳^{c}	۲۰/۸۷^{c}
	٥	۱٤٤/۲۹^{c}	۷۱/۰۰^{b}	۲٦/۰۸^{b}
	۱۰	۲۰٤/٤۱^{a}	۹۷/۸۹^{a}	۲۸/۱۲^{a}
	۲۰	۱٥۳/۸٦^{b}	٦۳/٦۱^{b}	۲٦/۷۱^{ab}
۰/۲	۰	۱٤۳/۳٥^{b}	٦۱/۷۰^{b}	۲۲/٤٥^{c}
	٥	۱۳٥/۸۸^{b}	۸٤/۱۷^{a}	۲٤/۹۰^{b}
	۱۰	۱٦٤/۲۱^{a}	۸۸/۰۸^{a}	۲۸/۲٤^{a}
	۲۰	۱۳۹/٥۷^{b}	٦۹/۳۲^{b}	۲٤/۱۸^{b}
۰/٤	۰	۹٥/۲۸^{c}	۳۳/۲۰^{c}	۱۷/٤۲^{c}
	٥	۱۳۱/٦۰^{b}	٤۲/٥۰^{b}	۲۰/۳٤^{b}
	۱۰	۱٤۲/۷۰^{a}	٦۰/۰۹^{a}	۲۲/۹۱^{a}
	۲۰	۱۰۲/٦۹^{c}	۳٥/۱۱^{c}	۱۷/٤٦^{c}
LSD (٪٥)		٤/۳۸	۳/۹٥	۰/۷۲
ضریب تغییرات (درصد)		٤/۳٦	۸/۹٤	٤/٤۳

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

در اثر محلول‌پاشی گیاه توت‌فرنگی توسط اسیدبوریک و ساکارز میزان قند کل، گلوکز و ساکارز موجود در میوه نیز به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد تحت‌تاثیر قرار می‌گیرد (جدول ۵).

جدول ۵ - تجزیه واریانس برخی از خصوصیات بیوشیمیایی در میوه توت‌فرنگی پس از محلول‌پاشی با تیمارهای بُر و ساکارز

منبع تغییر	درجه آزادی	قند کل میوه	گلوکز میوه	ساکارز میوه	اسید اسکوربیک
		g/kg DW			mg/kg
عنصر بُر(A)	۳	۸۹۹۱/۰۵***	۱٦٥/٤٨***	۲۱۲۲/۰۲***	۱۲٦۸۷۳/٥٥***
ساکارز(B)	۳	٤٥۸۹/۳۸***	۱۷٦/۱٦***	۳۰۳۷/۳۹***	۱۰٥۲۱۹/٤۳***
اثر متقابل A×B	۹	۹٤۷/٤۹***	۹/۷٤***	۹۳/۰۳*	۱۸٤۰۳/۱۸***
خطا	٤٥	٦۱/۹٥	۳/۷٤	٤۲/۳٤	۳٥۱۸/۰۹

*** *: به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح یک صدم درصد، پنج درصد.

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ٦) بررسی اثر محلول‌پاشی اسیدبوریک با ساکارز بر روی قند کل میوه نشان می‌دهد که بیشترین قند کل میوه مربوط به تیمارهای اسیدبوریک ۰/۱ و ۰/۲ درصد همراه با ساکارز ۱۰ درصد به‌ترتیب (۲۱۰/۹۰ g/kg Dw) و (۱۹۲/٥٥ g/kg Dw) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار اسید بوریک ۰/٤ درصد در ترکیب با ساکارز صفر درصد (۹۸/۹۰ g/kg Dw) می‌باشد این نتایج نشان می‌دهد که استفاده تنها از غلظت مناسب بُر فقط باعث افزایش جزیی در میزان قند درون میوه می‌شود در صورتی‌که با افزودن ساکارز این تاثیر بسیار زیادتر می‌گردد. با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ٦) میزان گلوکز میوه در تیمارهایی که اسیدبوریک با ساکارز با هم محلول‌پاشی شدند نسبت به شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند. در این گروه بیشترین مقدار گلوکز مربوط به تیمارهای اسیدبوریک ۰/۱ و ۰/۲ درصد در ترکیب با ساکارز ۱۰ درصد به‌ترتیب (٤۱/۹٦ g/kg Dw) و (٤۰/۳۲ g/kg Dw) و کمترین مقدار آن مربوط به تیمارهای اسیدبوریک ۰/٤ درصد با ساکارز صفر درصد (۲۷/۰۱ g/kg Dw) و اسیدبوریک ۰/٤ درصد و ساکارز ۲۰ درصد (۲۷/۰۱ g/kg Dw) می‌باشد. این نتایج نشان‌دهنده افزایش میزان جذب ساکارز به‌هنگام محلول‌پاشی توام با اسیدبوریک می‌باشد و بیانگر آن است که استفاده از بُر در افزایش تاثیر ساکارز موثر است. البته لازم به‌ذکر است که در تیمارهایی که ساکارز به‌کار نرفته و یا از بُر استفاده نشده نیز مقدار بسیار قابل ملاحظه‌ای گلوکز وجود دارد که سبب رشد خود گیاه در شرایط نوری مناسب می‌باشد اما از طرف

دیگر تیمارهایی که در آنها ساکارز همراه با بُر محلول‌پاشی شده افزایش در متابولیت‌های گیاهی نسبت به تیمار شاهد نشان‌دهنده تاثیر بسیار مثبت کاربرد این دو ماده به‌عنوان کودهای فوری و شتاب‌دهنده رشد گیاه بوده و افق تازه‌ای را به روی تغذیه گیاهی می‌گشاید. بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) در اثر محلول‌پاشی ساکارز با اسیدبوریک میزان ساکارز درون میوه به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ٦) نیز نشان می‌دهد که در محلول‌پاشی توام اسیدبوریک ۰/۲ درصد با ساکارز ۱۰ درصد (۱۲۳/٥٤ g/kg Dw) بیشترین مقدار و کمترین مقدار آن مربوط به ۰/٤ درصد اسیدبوریک و ساکارز صفر درصد می‌باشد. داگر (۱۹۸۳) گزارش نموده است ساکارز عمده‌ترین قندی است که در آوند آبکش جابجا می‌شود. همچنین این محققان به این نتیجه رسیدند که ساکارز از راه برگ و جوانه‌های در حال تورم جذب می‌گردد و انرژی لازم را جهت رشد اندام‌های زایشی و جنینی فراهم می‌نمائید. بنا به گزارش کوئین (۱۹۹٦) در محلول‌پاشی پرتقال توسط بُر اندازه و قند میوه افزوده شد. احمد و ابدل (۱۹۹۵) نیز گزارش نمودند که محلول‌پاشی پرتقال توسط بُر باعث افزایش میزان محصول، وزن و قطر میوه‌ها و میزان مواد جامد محلول و قند کل میوه آن می‌گردد. البته محققان نام برده شده فقط از یکی از این دو ماده استفاده نموده‌اند بدون اینکه به نقش بُر در جذب و انتقال ساکارز توجه نمایند (مارشنر، ۱۹۹۵). از سوی دیگر توسط یی و کلارک (۱۹٥٦) نیز نشان داده شده است که در گیاهان با کمبود بُر، بدون توجه به میزان قند موجود در انتهای ریشه‌ها، رشد طولی ریشه کاهش می‌یابد. در محلول‌پاشی ساکارز ممکن است این دی‌ساکارید توسط روزنه‌ها جذب گردد ولی ورود آن به داخل گیاه توسط اپیدرم با اشکال روبرو شود یا حرکت آن در گیاه به‌علت کم بودن بُر با مشکل روبرو شود. بنابراین با توجه به نتایج بررسی اخیر مشاهده می‌شود که افزودن بُر به آن باعث جذب و یا حرکت سریع‌تر و بیشتر این ماده به داخل بافت‌های گیاهی می‌گردد. این امر می‌تواند به‌عنوان یک فرمول کودی یا روش جدید در تغذیه نبات پیشنهاد شود.

میزان اسیدآسکوربیک کل میوه در تیمارهای با هم ساکارز با اسیدبوریک در سطح احتمال ۰/۰۰۱ درصد نسبت به شاهد نیز معنی‌دار شده است. جدول ٦ نشان می‌دهد که در بین تیمارها بیشترین مقدار ویتامین ث مربوط به اسیدبوریک ۰/۲ درصد در ترکیب با ساکارز ۱۰ درصد (٥٦۷/۷٥ mg/kg) و کمترین مقدار مربوط به تیمار اسیدبوریک ۰/٤ درصد با ساکارز ۲۰ درصد (۱٤۸/۷٥ mg/kg) می‌باشد. ولی نتایج به‌دست آمده در این بررسی علاوه بر اثر مثبت هر کدام از این مواد به تنهایی نشان‌دهنده اثر بسیار مثبت کاربرد توام آنها می‌باشد. بنابراین می‌توان پیشنهاد نمود که در مواقعی که

رشد سریع یا افزایش مقاومت یا حالات خاص فیزیولوژیک مثل ریشه‌دهی سریع و یا ترمیم ریشه در نشاها یا گیاه کامل مورد نظر است، کاربرد این دو ماده با یکدیگر می‌تواند بسیار موثرتر از کاربرد تک‌تک آنها باشد. گزارشات کمی در رابطه با نقش بُر و ساکارز در تغذیه گیاهی وجود دارد و تنها فرضیاتی در کتب تغذیه گیاهی در مورد نقش بُر در انتقال ساکارز و آن هم منحصر به درون گیاه آورده شده است (منگل و کرکبای، ۱۹۸۷) که نتایج این بررسی علاوه بر این‌که این فرضیات را کاملا تائید می‌نماید نشان می‌دهد که در خارج از گیاه نیز این روابط وجود دارد.

جدول ٦ - مقایسه میانگین‌های اثر متقابل مربوط به برخی از خصوصیات بیوشیمیایی میوه توت‌فرنگی با استفاده از آنالیز برش اثر متقابل عامل‌ها.

عنصر بُر	مقدار ساکارز	قند کل میوه	گلوکز میوه	ساکارز میوه	اسید اسکوربیک
(٪)	(٪)	g/kg .DW			mg/kg
۰	۰	۱٦٥/٥٦^{b}	۳۱/٤۲^{b}	۷۷/۱٥^{c}	۲۷۲/۷۲^{c}
	٥	۱٦۳/۷۸^{b}	۳٥/۰۷^{a}	۸۷/٤۱^{b}	۳۷۸/۷٥^{b}
	۱۰	۱۸۸/۹۹^{a}	۳٥/۲٤^{a}	۱۰۳/۳۹^{a}	٤۹۸/۰۰^{a}
	۲۰	۱۷۸/۹٦^{a}	۳۰/۹۱^{b}	۸۷/٥۱^{b}	۳۷۱/۰۰^{b}
۰/۱	۰	۱۷۲/۰۷^{c}	۳۲/٤۹^{c}	۷۷/۷۹^{c}	۲۷۱/۷٥^{b}
	٥	۱۹۳/۹۳^{b}	۳٦/۹٤^{b}	۹٥/٦۰^{b}	۳۹۳/۷٥^{a}
	۱۰	۲۱۰/۹۰^{a}	٤۱/۹٦^{a}	۱۱۹/۸٥^{a}	٤۷٥/٥۰^{a}
	۲۰	۱۸۱/٥٤^{c}	۳٤/۱۸^{c}	۸۷/۳٥^{b}	٤۱۰/٥۰^{a}
۰/۲	۰	۱۷٦/۸۹^{c}	۳٥/۹۹^{c}	۸۳/۳۰^{d}	۲۸۹/۲٥^{b}
	٥	۱٦۳/۰۸^{b}	۳۷/۹٥^{c}	۱۰۸/۸۰^{b}	٤۹٤/۲٥^{a}
	۱۰	۱۹۲/٥٥^{a}	٤۰/۳۲^{a}	۱۲۳/٥٤^{a}	٥٦۷/۷٥^{a}
	۲۰	۱۷۰/۷۹^{bc}	۳۲/۰۱^{b}	۹٦/۷۳^{c}	۲۸۰/۰۰^{b}
۰/٤	۰	۹۸/۹۰^{d}	۲۷/۰۱^{c}	٦٤/٤۳^{c}	۲٤٦/۰۰^{b}
	٥	۱٥۰/۰۲^{b}	۲۹/۳۹^{b}	۷۷/٤۰^{b}	۱۹۰/۷٥^{bcd}
	۱۰	۱۷۷/۲۲^{a}	۳٥/٦۲^{a}	۸۷/۷۷^{a}	۲۷٦/۰۰^{ab}
	۲۰	۱۱۲/۰۹^{c}	۲۷/۰۱^{c}	۷۳/۷۲^{b}	۱٤۸/۷٥^{d}
LSD(٪٥)		٥/٥۹	۱/۳۷	٤/٦۲	٤۲/۱٦
ضریب تغییرات (درصد)		٤/٦٦	٥/۹٦	۷/۱۷	۱۷/۰٥

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۷ – ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف بُر و ساکارز.

صفات	قند کل برگ	گلوکز برگ	ساکارز برگ	قند کل میوه	گلوکز میوه	ساکارز میوه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئید	ویتامین ث
قند کل برگ	۱										
گلوکز برگ	۰/۸۵۳***	۱									
ساکارز برگ	۰/۸۰۵***	۰/۸۶۲***	۱								
قند کل میوه	۰/۸۰۲***	۰/۷۴۶***	۰/۸۰۲***	۱							
گلوکز میوه	۰,۷۳۱***	۰/۸۳۵***	۰/۸۰۷***	۰/۷۴۱***	۱						
ساکارز میوه	۰/۷۵۱***	۰/۸۶۶***	۰/۸۸۸***	۰/۶۷۲***	۰/۷۶۶***	۱					
کلروفیل a	۰/۷۲۷***	۰/۶۲۳***	۰/۶۲۹***	۰/۶۰۰***	۰/۶۳۷***	۰/۶۸۷***	۱				
کلروفیل b	۰/۷۰۳***	۰/۶۳۴***	۰/۶۱۰***	۰/۵۶۰***	۰/۶۱۷***	۰/۶۹۰***	۰/۹۹۱***	۱			
کلروفیل کل	۰/۷۰۸***	۰/۶۳۷***	۰/۶۱۴***	۰/۵۶۷***	۰/۶۲۱***	۰/۶۹۱***	۰/۹۹۴***	۰/۹۹۹***	۱		
کارتنوئید	۰/۶۸۳***	۰/۶۳۹***	۰/۶۱۱***	۰/۵۷۶***	۰/۶۱۲***	۰/۶۸۲***	۰/۹۷۹***	۰/۹۷۵***	۰/۹۷۷***	۱	
ویتامین ث	۰/۶۴۰***	۰/۷۵۱***	۰/۷۰۵***	۰/۵۹۴***	۰/۷۰۲***	۰/۷۵۲***	۰/۶۳۳***	۰/۶۴۲***	۰/۶۳۲***	۰/۶۴۲***	۱

***، **، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح یک صدم درصد، یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌دار

منابع

1.Ahmad, M. and Abdel, F.M. 1995. Effect of urea, some micronutrients, and growth regulators folair spray on the yield, fruit quality, and some vegetative of, Washington navel orange trees. Hort. Sci. 30: 770. 774.

2.Castr, J. and Sotomayor, C. 1997. The influence of boron and zinc sprays bloomtime on almond fruit set. Acta- Hort. Pp: 402-405.

3.Chen, Y., Smagula, M. and Scottdunham, W.L. 1998. Effect of boron and calcium foliar sprays on pollen germination, fruit set, seed development and berry yield and quality in low bush blueberry J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123: 4. 52 1-531.

4.Dugger, W.M. 1983. Boron in plant metabolism. In Encyclopedia of Plant Physiology, New Series. (A. Lauchli and R.L. Bieleski, eds.). 15B: 626-650.

5.Jaswant, S., Sharma, K.K., Mann, S.S., Singh, R. and Grewal, G.P.S. 1994. Effect of different chemicals on yield and fruit quality of «LeConte» pear. Acta. Hort. 367: 210-212.

6.Kashi, E.V., and Hekmati, J. 1992. Strawberry cultivation. Ahmadi Press Tehran. 401p.

7.Kim, S.K. and Lagerstedt, H.B. 1985. Germination responses of filbert (*Corylus avellana*) Pollen to pH, temperature, glucose, fructose, and sucrose. Hort. Sci. 20: 5 944-946.

8.Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition, Academic press Inc., London. 891p.

9.Mengel, K. and Kirkby, E.A. 1987. Principles of Plant Nutrition. International potas. Hinstitutes Bern, Switzerland. 687p.

10.Moezardalan, M. and Firuzabadi, GH. 1997. Fruit trees nutrition. Jahad publication institute dependent on Univ. Jahad. 259p.

11.Moing, A., Larglois, N., Svanella, L., Zanetto, A. and Gaudillere, J.P. 1997. Variability in sorbitol: sucrose, ration in mature leaves of different *Prunus amygdalus*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122: 83-90.

12.Nijjar, G.S. 1990. Nutrition of fruit trees. Kalyani publishers, New Delhi, India. 290p.

13.Nyomora, A.M.S. and Brown, P.H. 1997. Fall foliar applied Boron increases tissue Boron concentration and nut set of Almond. J. Amer. Soc .Hort. Sci. 22:3. 405-410.

14.Quin, X. 1996. Foliar sprays of B, Zn and Mg and their effects on fruit production and quality of jincheng orange of southwest agric. Univ. 18: 1. 40-45.

15.Sadasivam, S. and Manickam, A. 1992. In: Biochemical Methods for Agricultural Sciences, Wiley Eastern Ltd., New Delhi, Pp: 184-185.

16.Salisbury, F.B. Ross, C.W. 1992. Plant Physiol. 4th ed. Wadsworth pad. Co, Belmont, Californi. 321p.

17.Somogyi, M. 1952. Notes on sugar determination. J. Biol. Chem. 195: 19-23.
18.Smith, K M., and Zinc, M. 1951. Methuen's Monographs on Biological Subjects. Third Edition. 221: 150-153.
19.Tabatabaei, S.J., Fatemi, L.S., and Fallahi, E. 2006. Effect of ammonium: nitrate ratio on yield, calcium concentration and photosynthesis rate in strawberry. Plant Nut. 29: 1273-1285p.
20.Terada, M., Watanabe, Y., Kunitomo, M. and Hayashi, E. 1978. Differential rapid analysis of ascorbic-acid and ascorbic-acid 2-sulfate by dinitrophenyl hydrazine method. Anal. Biochem. 84: 604–608.
21.Wellburn, A.R. 1994. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. J. Plant Physiol. 144: 307–313.
22.Yih, R.Y. and Clark, H.E. 1956. Carbohydrate and protein content of boron deficient tomato root tips in relation to anatomy and growth. Plant Physiol. 40: 312-315.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Plant Production, Vol. 19(4), 2012
http://jopp.gau.ac.ir

Effect of foliar application of boron and sucrose on biochemical parameters of "Camarosa" strawberry

K. Mashayekhi[1] and [*]S. Atashi[2]
[1]Associate Prof., Dept.. Horticulture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Rsources, [2]Former M.Sc.studet, Dept. of Horticulture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Rsources

Abstract

Boron is considered as a micro-element with essential roles in plant metabolism, including cell wall construction in high pectin content cell walls, malic acid synthesis and cell division. Another possible role attributed to boron is carbohydrate translocation, as sucrose, inside the plant organs. The former role was kept in mind to conduct the evaluation of the single or combined foliar application of boron and sucrose on biochemical parameters measured in shoots, leaves and fruits of strawberry plants. The highest level of chlorophyll a, b, total leaf chlorophyll and carotene content were recorded following application of sucrose (10%) combined with boric acid (0.2%). The total leaf carbohydrate content was also recorded in the same treatment but highest glucose percentage was observed following spraying sucrose (10%) combined with boric acid (0.1%). The highest level of estimated carbohydrate, fruit glucose content, leaf sucrose content were measured following application of sucrose (10%) combined with either 0.1 or 0.2% of boric acid. The same treatments also yielded higher fruit ascorbic acid and sucrose contents. These findings demonstrated a typical rise in leaf chlorophyll as well as carbohydrate contents following treatment and as result significant increasing fruit carbohydrate content. Furthermore, high boric acid levels may lead to phytoxicity and consequently significant decreasing leaf and fruit chlorophyll and carbohydrate levels. The positive correlations were also calculated among estimated biochemical composition of leaf and fruits.

***Keywords*:** Strawberry; Sucrose; Boric acid; Carbohydrate; Chlorophyll.

[*] Corresponding Author; Email: atashisadegh@yahoo.com