نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۸۹-۸۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 1, Spring 2017, P. 81-89
ISSN: 2008 - 4730

تاثیر اسید سالیسیلیک و سولفات منیزیم کلاته بر تخصیص مواد در قسمت‌های رویشی و زایشی در گلابی رقم لوئیزبون آلوده به بیماری آتشک

مه جبین عادل[1*]- محمد اسماعیل امیری[2]- محمد علی نجاتیان[3]- مریم عادل[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶

چکیده

توزیع مواد فتوسنتزی بین قسمت‌های رویشی و زایشی تحت تاثیر عوامل محیطی و وضعیت تغذیه گیاه قرار می‌گیرد (۲۰). هر یک از قسمت‌های رویشی و زایشی گیاه می‌توانند به عنوان مخزن (Sink)، بخشی از مواد پرورده فتوسنتزی را به خود اختصاص دهد. بنابراین تغذیه با مواد مختلف تیماری می‌تواند توزیع مواد فتوسنتزی بین قسمت‌های رویشی و زایشی گیاه را تحت تاثیر قرار داده و تغییراتی در تخصیص مواد پرورده فتوسنتزی بوجود آورد. از آنجائیکه بررسی تسهیم مواد پرورده فتوسنتزی مبحث بسیار پیچیده‌ای بوده و تفسیر اثرات تیمارها بر تسهیم مواد در گیاهان باغی دشوار است، لذا این بررسی با مقایسه تاثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک و سولفات منیزیم کلاته بر تخصیص مواد پرورده به پارامترهای رویشی و زایشی، کاربرد خارجی تیمارهای تغذیه‌ای را بر رشد اندام‌های مختلف هدف قرار داده است. در تحقیق حاضر اندازه‌گیری پارامترهای رشد رویشی (وزن برگ، سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ، رشد شاخه سال جاری و غیره) و زایشی (نسبت طول به قطر و چگالی میوه و غیره) در شرایط اعمال تیمارهای اسید سالیسیلیک و سولفات منیزیم کلاته با هدف بررسی تاثیر کاربرد خارجی مواد هورمونی و معدنی بر پارامترهای مزبور در شرایط آلودگی طبیعی آتشک و در راستای نیازهای تولید صورت گرفت. سطوح تیماری اسید سالیسیلیک صفر، ۰/۱ و ۰/۵ گرم در هزار و سولفات منیزیم کلاته صفر، ۰/۵ و ۰/۷ گرم در هزار بود. نتایج ارزیابی‌ها نشان داد که ترکیبات تیماری تخصیص مواد پرورده فتوسنتزی را تغییر داده و بین ترکیبات مختلف تیماری از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود داشت (p <۰/۰۱). به طوری که ترکیب اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار بیشترین تخصیص مواد پرورده به اندام زایشی گیاه (بدلیل تولید چگالترین میوه‌ها) و تیمار سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار بیشترین تخصیص مواد پرورده به اندام رویشی گیاه (بدلیل اختصاص بیشترین میانگین وزن مخصوص برگ) را به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: تخصیص مواد فتوسنتزی، تغذیه، شاخص‌های رویشی، مخزن

مقدمه

اهداف اصلی یا ملاک‌های گزینش برنامه‌های اصلاحی گلابی در جهان شامل کیفیت میوه، ظرفیت رشد، مقاومت به آتشک، عملکرد بالا و غیره می‌باشد (۳). رقابت بین اندام‌های رویشی و زایشی گیاه در جذب آب و مواد غذایی و تخصیص فرآورده‌های گیاه به هر یک تبعات متعددی بر میزان عملکرد و کیفیت محصول و نیز بر رشد اندام‌های گیاهی و متعاقب آن افزایش یا کاهش حساسیت به برخی آفات و بیماری‌ها (۲) دارد. در این راستا تخصیص مواد غذایی متاثر از عوامل متعددی از قبیل زمینه ژنتیکی گیاه، میزان آب و مواد غذایی در دسترس، شرایط محیطی و مدیریت‌های باغی (هرس، تغذیه با مواد معدنی و تنظیم کننده‌های رشد) خواهد بود (۱۰).

اسید سالیسیلیک متعلق به گروهی از ترکیبات فنولی است که فرایندهای فیزیولوژیکی متعددی را کنترل می‌کنند (۱۵). گزارشات متعدد مبین تاثیر ماده تیماری اسید سالیسیلیک، بر افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های مختلف بوده و از تاثیر آن بر افزایش پارامترهای رشد از جمله طول ساقه و سطح پهنک برگ در شرایط تنش حکایت دارد (۹ و ۱۶). مطالعات دیگر حاکی از آن است که سالیسیلیک اسید از کاهش وزن میوه‌ها در شرایط تنش ممانعت به عمل می‌آورد (۱۴ و ۲۳).

۱، ۲ و ۴- به ترتیب کارشناسی ارشد، استاد و کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(*- نویسنده مسئول: Email: m.adel@alumni.znu.ac.ir)
۳- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران

DOI: 10.22067/jhorts4.v0i0.42801

سولفات منیزیم کلاته ترکیب حاوی ماده آلی پلی‌آمین (ترکیب کلات) و دو عنصر معدنی با ارزش در شرایط تنش می‌باشد. کلات با فرمول شیمیایی $C_{10}H_{16}N_2O_8$ یک پلی‌آمین کربوکسیله شده است. پلی‌آمین‌ها گروهی از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی هستند که در تحریک سرعت رشد و نمو میوه دخیل بوده و مضاف بر این، در طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیولوژیکی من جمله واکنش دفاعی در برابر تنش‌ها نقش دارند (۴، ۲۱ و ۲۴). وجود پلی‌آمین‌ها در تمام اندام‌های گیاهی مبین نقش کلیدی آن‌ها در تنظیم رشد گیاهی و حفظ کیفیت میوه می‌باشد. افزایش در اندازه میوه و سطح پلی‌آمین‌های داخلی در سیب‌ها با کاربرد خارجی پلی‌آمین‌ها در ارتباط است و سطوح پایین این ترکیبات می‌تواند رشد را محدود کند (۶). این مواد همچنین در تحریک رشد گیاه دخیل هستند (۱۲ و ۱۳).

مقدار گوگرد مورد استفاده گیاه سبز ناچیز و حدود ۰/۲ تا ۰/۵ درصد ماده خشک گیاه است (۵)، اما از آنجائیکه این عنصر در ساختار اسیدهای آمینه و متابولیت‌های ثانوی و انتقال الکترون نقش دارد، حضور آن به خصوص در شرایط تنش ضرورت دارد. گزارش شده که مصرف گوگرد از طریق افزایش جذب سایر عناصر غذایی، باعث افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و متعاقباً افزایش سرعت رشد اندام های زایشی می‌شود (۱۷). از طرف دیگر با توجه به رابطه آنتاگونیستی بین جذب گوگرد و ازت در خاک و نیز رقابت بین احیاء نیترات و احیاء گوگرد (بر سر فرەدوکسین، NADPH2 و الکترون) در گیاه، کمبود گوگرد (ناشی از عدم مصرف آن به موازات سایر عناصر یا عدم احیاء گوگرد موجود در خاک) به افزایش ترکیبات نیتروژنی و نیترات خواهد انجامید که نه تنها در تحریک رشد رویشی، بلکه در افزایش شدت بیماری آتشک گلابی نیز دخیل است. میزان عنصر ضروری منیزیم نیز در بافت گیاهی حدود ۰/۵ درصد ماده خشک است. حدود ۱۰- ۲۰ درصد منیزیم در کلروپلاست قرار دارد که کمتر از نیمی از آن به کلروفیل اتصال می‌یابد و نیم دیگر آن به عنوان فعال کننده ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز عمل می‌نماید. لذا منیزیم در بازگشت از تنش (فعال ساختن مجدد روبیسکو) نقش بارزی دارد. مضاف بر این، این عنصر در متابولیسم گوگرد نیز نقشی تعیین کننده دارد.

هدف از انجام این تحقیق از یک سو یافتن پاسخ اندام‌های رویشی و زایشی گلابی به محلولپاشی با ترکیبات اسید سالیسیلیک (SA) و سولفات منیزیم کلاته (CMS) در مرحله رشد می‌باشد و از طرف دیگر یافتن پاسخ این سوال که آیا بکارگیری سولفات منیزیم کلاته و اسید سالیسیلیک می‌تواند در تحریک رشد و متابولیسم گیاه در شرایط تنش حاکم بر گیاه (تنش زیستی ناشی از باکتری عامل آتشک) تاثیر مثبتی داشته باشد نیز یکی دیگر از اهداف علمی این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در یک باغ یکنواخت تجاری واقع در روستای جهان‌آباد استان قزوین، در سال ۱۳۹۲ روی ۶۰ اصله گلابی ۱۰ ساله متعلق به رقم لوئیزبون اجرا گردید. پایه تمامی درختان تحت تیمار، یکنواخت و بذری بود. مواد تیماری اسید سالیسیلیک و سولفات منیزیم از شرکت شارلا[1] و کلات منیزیم از شرکت فناوری مهر پاسارگاد فراهم گردید و قبل از اعمال تیمارها عملیات به‌زراعی از قبیل هرس و حذف شاخه های آلوده صورت گرفت. تیمارهای سولفات منیزیم در سه سطح صفر، ۰/۵ و ۰/۷ گرم در هزار و اسید سالیسیلیک در سه سطح صفر، ۰/۱ و ۰/۵ گرم در هزار، در دو نوبت به صورت آزمایش بلوک کامل تصادفی[2]، در سه بلوک آزمایشی، هر بلوک مشتمل بر ۱۰ واحد آزمایشی و هر واحد آزمایشی دارای دو درخت کامل اعمال شد. برای حذف اثر حاشیه، بین بلوک‌ها و واحدهای آزمایشی فاصله مکانی لحاظ گردید. لازم به ذکر است که کلیه تیمارهای دارای سولفات منیزیم حاوی مقادیر مساوی (۲/۷ گرم در هزار) کلات منیزیم بود. پس از اعمال تیمارها، اندام‌های هوایی گیاهان (برگ و میوه) به طور جداگانه جهت اندازه‌گیری پارامترهای رشد برداشت و داده‌ها ثبت گردید. محاسبات آماری صفات مورد اندازه‌گیری با استفاده از نرم افزارهای (۱۱) MSTAT-C و (۱۶) SPSS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن و نرم‌افزار MSTAT-C و همبستگی صفات مورد مطالعه با نرم‌افزار SPSS انجام شد.

اندازه‌گیری قطر میوه به روش غیر تخریبی (روی درخت) و با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ در محل حداکثر قطر عرضی میوه ثبت گردید. طول نمونه‌های میوه نیز به طریق مشابه اندازه‌گیری و نسبت طول به قطر از طریق تقسیم این دو صفت و بر حسب میلی متر در زمان برداشت گزارش شد (۱۱). وزن میوه توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم و حجم آن توسط تفاضل سطح آب قرائت شده از استوانه مدرج، قبل و بعد از قرار دادن نمونه برآورد و برحسب سانتیمتر مکعب گزارش گردید و در نهایت چگالی میوه با استفاده از فرمول d=M/V محاسبه شد که در آن d چگالی میوه، M وزن میوه و V حجم میوه است (۷).

پارامترهای رشد وزن خشک، وزن تر و محتوای نسبی آب مطابق روش زیر و بر حسب گرم گزارش شد. بدین منظور پس از توزین برگ‌های تازه، آن‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر غوطه‌ور نموده و بعد از ۲۴ ساعت وزن اشباع برگ‌ها اندازه‌گیری و سپس برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت دیگر در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفته و وزن خشک هر کدام اندازه‌گیری می‌شود. با قرار دادن اعداد حاصل از توزین با ترازوی دارای دقت یک صدم در رابطه (۱)،

1- Scharlau 1
2- Randomized Complete Block Design (RCBD)

محتوای نسبی آب برگ بدست آمد (۱۹).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات سطح برگ، سطح ویژه برگ، وزن مخصوص برگ و رشد سال جاری در گلابی رقم لوئیزبون.
Table 1- ANOVA of leaf area, specific leaf area, specific leaf weight and current growth of pear cv. Louise Bonne.

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Means of Squares			
		رشد سال جاری Current growth	وزن مخصوص برگ Specific leaf weight	سطح ویژه برگ Specific leaf area	سطح برگ Leaf area
تکرار Replication	2	104.10^{ns}	0.0001^{ns}	10.946^{ns}	205.733^{ns}
تیمار Treatment	9	274.82*	0.0001*	75.287^{ns}	75.945^{ns}
خطا Error	18	85.59	0.0001	230.393	156.354
ضریب تغییرات C.V (%)	-	46.69	39.84	29	34.53

**، *، ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار.
**, * and ns significant in probability level of 1% , 5% and non- significant, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات سطح برگ، سطح ویژه برگ، وزن مخصوص برگ و رشد سال جاری در گلابی رقم لوئیزبون.
Table 2- Mean comparison of leaf area, specific leaf area, specific leaf weight and current growth of pear cv. Louise Bonne.

تیمارهای محلول‌پاشی Spraying treatments	رشد سال جاری current growth (cm)		وزن مخصوص برگ specific leaf weight (g/cm^2)		سطح ویژه برگ specific leaf area (cm^2/g)		سطح برگ leaf area (cm^2)	
شاهد با آب The control group with water	23.67	ab	0.016	e	56.39	a	33.50	a
سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5	11.50	b	0.026	a	47.99	a	32	a
سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7	13	b	0.026	a	46.03	a	34.83	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ SA 0.1	34.17	a	0.018	d	59.40	a	38.17	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.1	17.50	b	0.020	c	52.33	a	44.17	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.1	13.33	b	0.018	d	57.84	a	44.33	a
اسید سالیسیلیک ۰/۵ SA 0.5	12.50	b	0.020	c	53.83	a	34.83	a
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.5	17.17	b	0.020	c	56.46	a	36.83	a
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.5	16.33	b	0.018	d	52.28	a	35.33	a
شاهد بدون آب The control group without water	39	a	0.023	b	44.14	a	28.17	a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.
Numbers followed by the same letter are not significantly different (p <0.05) based on Duncan's Multiple Range Test.

$$RWC= (WF_L-WD_L) / (WS_L-WD_L) \times 100 \quad (۱)$$

WD_L= وزن خشک، WF_L= وزن تر، WS_L= وزن اشباع

برای اندازه‌گیری پارامتر سطح برگ پس از تهیه نمونه‌های برگ، مساحت آن‌ها برحسب سانتیمتر مربع توسط دستگاه سطح سنج[1] قرائت شد. برای اندازه‌گیری سطح ویژه برگ، پس از اخذ مساحت برگ‌ها، آن‌ها را به مدت ۴۸ ساعت درون آون با دمای ۷۰ درجه

1- Leaf Area Meter

سانتیگراد قرار داده و پس از بدست آوردن وزن خشک آن‌ها، پارامتر مزبور توسط رابطه (۲) و برحسب سانتیمتر مربع بر گرم محاسبه شد (۲۲). جهت برآورد شاخص وزن مخصوص برگ بر حسب گرم بر سانتیمتر مربع نیز از رابطه (۳) استفاده شد (۷).

$$SLA = LA / WD_L \quad (۲)$$

$$SLW = WD_L / LA \quad (۳)$$

جهت بررسی تاثیر تیمارها بر کاهش یا افزایش رشد سال جاری، اندازه‌گیری طول شاخه توسط متر نواری انجام شد و برحسب سانتیمتر گزارش شد.

نتایج

اطلاعات حاصل از تجزیه واریانس وزن مخصوص برگ و طول شاخه سال جاری مبین اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح پنج درصد بود (جدول ۱). حداکثر وزن مخصوص برگ در تیمارهای سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار و پایین‌ترین میزان در تیمار شاهد مشاهده شد. بیشترین طول شاخه سال جاری نیز در تیمار شاهد (بدون آب) و کمترین در تیمار سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ گرم در هزار مشاهده شد (جدول ۲). دامنه تغییرات صفت سطح برگ بین ۲۸/۱۷ تا ۴۴/۳۳ سانتیمتر مربع بود که بترتیب به تیمارهای شاهد (بدون آب) و تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار اختصاص داشت (جدول ۲). مینیموم و ماکزیموم سطح ویژه برگ بین ۴۴/۱۴ تا ۵۹/۴۰ سانتیمتر مربع متغیر بود که بترتیب به تیمارهای شاهد (بدون آب) و تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ گرم در هزار اختصاص داشت (جدول ۲).

تجزیه صفت وزن مخصوص میوه اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد و صفات وزن خشک برگ و محتوای نسبی آب برگ اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۳). بیشترین و کمترین محتوای نسبی آب برگ بترتیب به تیمارهای اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ گرم در هزار و اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار اختصاص داشت. دامنه تغییرات صفت وزن مخصوص میوه بین ۰/۷۲ تا ۰/۹۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب متغیر بود. بیشترین مقدار وزن مخصوص میوه به تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار اختصاص داشت و کمترین میزان نیز مربوط به تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ بود (جدول ۴). حداقل و حداکثر وزن تر برگ بین تا ۱/۵۱۳ تا ۱/۹۴ گرم متغیر بود که بترتیب به تیمارهای شاهد و تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار اختصاص داشت (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به صفات طول و قطر میوه از اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در سطح پنج درصد حکایت می‌کند (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که دامنه طول میوه بین ۶۷/۱۹ تا ۷۵/۴۳، قطر میوه بین ۵۰/۷۰ تا ۵۷/۰۳ و نسبت طول به قطر بین ۱/۳۲ تا ۱/۳۹ میلی‌متر بوده است. بیشترین نسبت طول به قطر میوه به تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ و کمترین نسبت طول به قطر میوه به تیمارهای سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ و تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار اختصاص داشت (جدول ۶).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات وزن خشک، وزن تر، وزن اشباع، محتوای نسبی آب و وزن مخصوص میوه در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 3- ANOVA of dry, fresh and saturation weight, relative water content and fruit specific gravity of pear cv. Louise Bonne.

منابع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی Degrees of Freedom	میانگین مربعات Means of Squares			
		وزن مخصوص میوه fruit specific gravity	وزن خشک برگ leaf dry weight	وزن تر برگ leaf fresh weight	محتوای نسبی آب relative water content
تکرار Replication	2	0.003^{ns}	0.005^{ns}	0.02^{ns}	469.94^{ns}
تیمار Treatment	9	0.019**	0.02*	0.07^{ns}	269.74*
خطا Error	18	0.002	0.01	0.08	263.13
ضریب تغییرات C.V (%)	-	5.28	17.68	16.15	17.21

**، *، ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار.

**, * and ns significant in probability level of 1% , 5% and non- significant, respectively.

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات وزن خشک، وزن تر، محتوای نسبی آب و وزن مخصوص میوه در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 4- Mean comparison of dry weight, fresh weight, relative water content and fruit specific gravity of pear cv. Louise Bonne.

تیمارهای محلول‌پاشی Spraying treatments	وزن مخصوص میوه Fruit specific gravity (g/cm^3)		وزن خشک برگ Leaf dry weight (g)		وزن تر برگ Leaf fresh weight (g)		محتوای نسبی آب Relative water content (%)	
شاهد با آب The control group with water	0.93	a	0.58	ab	1.513	a	61.84	b
سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5	0.8	ab	0.63	ab	1.690	a	66.88	ab
سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7	0.95	a	0.61	ab	1.613	a	72.26	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۱ SA 0.1	0.94	a	0.74	ab	1.817	a	71.34	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.1	0.84	b	0.81	a	1.933	a	72.11	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.1	0.95	a	0.75	ab	1.940	a	70.84	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۵ SA 0.5	0.72	c	0.65	ab	1.730	a	75.47	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.5	0.93	a	0.65	ab	1.690	a	95.28	a
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.5	0.97	a	0.72	ab	1.910	a	61.77	b
شاهد بدون آب The control group without water	0.94	a	0.57	b	1.537	a	74.21	ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different (p <0.05) based on Duncan's Multiple Range Test.

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 5- ANOVA of length, diameter and length to diameter ratio of pear cv. Louise Bonne fruit.

منابع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی Degrees of Freedom	میانگین مربعات Means of Squares		
		نسبت طول به قطر Length to diameter ratio	قطر Diameter	طول Length
تکرار Replication	2	0.004^{ns}	28.75^{ns}	16.28^{ns}
تیمار Treatment	9	0.04^{*}	26.78^{*}	31.76^{*}
خطا Error	18	0.005	8.04	17.11
ضریب تغییرات C.V (%)	-	4.98	5.33	5.71

**، *، ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

**, * and ns significant in probability level of 1% , 5% and non significant, respectively

همبستگی صفات

همبستگی بین صفات مورد ارزیابی در تیمارهای این بررسی بر اساس سطح معنی‌دار شدن ضرایب همبستگی آن‌ها با دیگر صفات در جدول (۷) آمده است. وجود همبستگی معنی‌دار در جهت عکس (p <۰/۰۱) بین قطر میوه و محتوای نسبی آب برگ و همچنین بین وزن خشک برگ با وزن مخصوص میوه و نسبت طول به قطر آن می‌تواند نشانگر تاثیر تیمارها در تخصیص مواد فتوسنتزی در اندام های مختلف گیاه باشد.

بحث

نحوه تخصیص فرآورده‌های گیاه بین اندام‌های رویشی و زایشی تبعات متعددی بر رشد اندام‌های مختلف گیاه و کیفیت محصول (به

عنوان یکی از اجزاء عملکرد گیاه) و متعاقباً افزایش یا کاهش حساسیت به بیماری‌ها (۱) دارد. هر یک از اندام‌های گیاه می‌توانند به عنوان یک مخزن قوی بخشی از مواد فتوسنتزی را به سمت خود جذب نمایند. توزیع مواد پرورده فتوسنتزی بین قسمت‌های رویشی و زایشی تحت تاثیر عوامل محیطی و وضعیت تغذیه گیاه قرار می‌گیرد (۲۰).

انطباق بیشترین رشد شاخه سال جاری و بالاترین وزن تر برگ با پایین‌ترین وزن خشک برگ، پایین‌ترین سطح برگ، پایین‌ترین سطح ویژه برگ و پایین‌ترین وزن مخصوص برگ به تیمارهای شاهد و شاهد (بدون آب) می‌تواند نشانگر تاثیر مواد تیماری بر نحوه تخصیص مواد در اندام‌های مختلف گیاه باشد. ظاهراً نبود مواد تیماری عاملی برای تحریک رشد شاخه و وجود این مواد عاملی برای تحریک شاخص‌های رشد برگ می‌باشد.

اختصاص بالاترین وزن مخصوص میوه و نیز پایین‌ترین محتوای نسبی آب برگ و پایین‌ترین نسبت طول به قطر به تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار می‌تواند موید ارتباط متضاد بین این پارامترها در نحوه تخصیص مواد و تاثیر تیمار فوق بر این رابطه متضاد باشد. وجود میوه به عنوان سینک قوی و شرایط مساعد برای فتوسنتز، از تجمع آب در کلروپلاست برگ‌ها جلوگیری می‌کند و موجبات افزایش وزن مخصوص میوه را فراهم می‌کند. رشد و بزرگ شدن میوه، نتیجه تقسیم سلول و بزرگ شدن آن است. مکانیسم بزرگ شدن سلول در دانه‌دارها از طریق تجزیه پکتین موجود در مئا همزمان با بزرگ شدن سلول‌ها و سپس اتصال سلول‌های پخش شده با دیواره‌های کوچکتر می‌باشد. در نتیجه این عمل، فضای بین سلول‌ها افزایش یافته و بالتبع چگالی میوه کاهش می‌یابد. میوه‌های دارای فضای خالی بیشتر نسبت به انواع چگالتر، رشد بیشتری داشته و نسبت به وزن خود، کربوهیدرات کمتری از درخت دریافت می‌کنند که این مطلب رابطه متضاد دو پارامتر وزن مخصوص میوه و نسبت طول به قطر آن را توجیه می‌کند. کاهش محتوای نسبی آب برگ نیز می‌تواند در راستای جذب بیشتر کربوهیدرات توسط میوه به عنوان یک مخزن قوی توجیه شود.

جدول ٦- مقایسه میانگین صفات طول، قطر و نسبت طول به قطر میوه در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 6- Mean comparison of length, diameter and length to diameter ratio of pear cv. Louise Bonne fruit.

تیمارهای محلول‌پاشی Spraying treatments	نسبت طول به قطر Length to diameter ratio		قطر Diameter (mm)		طول Length (mm)	
شاهد با آب The control group with water	1.36	ab	54.37	abc	73.68	a
سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5	1.32	b	55.98	ab	73.90	a
سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7	1.34	bc	51.86	c	72.58	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ SA 0.1	1.34	bc	57.03	a	75.43	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.1	1.35	ab	52.69	bc	74.34	a
اسید سالیسیلیک ۰/۱ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.1	1.39	a	52.92	bc	73.06	a
اسید سالیسیلیک ۰/۵ SA 0.5	1.38	a	50.70	c	71.03	ab
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۵ CMS 0.5 + SA 0.5	1.35	ab	50.85	c	67.19	b
اسید سالیسیلیک ۰/۵ + سولفات منیزیم کلاته ۰/۷ CMS 0.7 + SA 0.5	1.32	b	53.98	abc	72.41	ab
شاهد بدون آب The control group without water	1.37	ab	51.84	c	71.23	ab

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ ندارند

Numbers followed by the same letter are not significantly different (p <0.05) based on Duncan's Multiple Range Test

اختصاص بالاترین وزن مخصوص برگ و پایین‌ترین نسبت طول به قطر میوه و پایین‌ترین رشد سال جاری به تیمار سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ گرم در هزار نیز از نقش مثبت گوگرد در غلظت مزبور بر تحریک رشد برگ و نقش منفی آن در تحریک رشد شاخه و میوه دلالت دارد که به نوعی بر تاثیر مواد تیماری بر تخصیص مواد به اندام‌های مختلف اشاره دارد. اختصاص همزمان بالاترین وزن مخصوص برگ به تیمار سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار نیز از نقش مثبت گوگرد در غلظت مزبور بر تحریک رشد برگ

حکایت می‌کند. به طور کلی کاهش رشد شاخه سال جاری در تیمارهای حاوی گوگرد در تحقیق حاضر بوضوح مشهود است. این کاهش رشد شاخه می‌تواند با تحت تاثیر قرار دادن تقسیم سلولی و طویل شدن سلول، از طریق کاهش رقابت بر سر دریافت مواد فتوسنتزی با افزایش وزن مخصوص برگ منطبق شده باشد. محتمل است تاثیر ترکیبات گوگردی به مثابه سایر کند کننده‌های رشد به ممانعت از سنتز جیبرلین در کاهش طول میانگره مربوط باشد (۸ و ۱۸). نقش مثبت اسید سالیسیلیک در تحریک رشد گیاه در غلظت ۰/۱ نیز که در داده‌های اخذ شده مشهود است، با نتایج حیات و همکاران (۹) مطابقت دارد.

جدول ۷- همبستگی صفات اندازه‌گیری شده در گلابی رقم لوئیزبون.

Table 7- Correlation of measured characteristics of pear cv. Louise Bonne.

	محتوای نسبی آب برگ Relative water content	وزن اشباع برگ Leaf saturation weight	وزن تر برگ Leaf fresh weight	وزن خشک برگ Leaf dry weight	طول میوه Length of fruit	قطر میوه diameter of fruit	نسبت طول به قطر Length to diameter ratio	وزن مخصوص میوه Fruit specific gravity	رشد سال جاری Current growth	سطح برگ Leaf area	سطح ویژه برگ Specific leaf area	وزن مخصوص برگ Specific leaf weight
محتوای نسبی آب برگ **Relative water content**	1	-.362	-.080	.122	-.362	-.858**	.036	-.192	-.012	.094	.118	-.148
وزن اشباع برگ **Leaf saturation weight**		1	.258	-.223	-.288	.439	-.440	.250	.448	-.112	-.308	-.351
وزن تر برگ **Leaf fresh weight**			1	-.015	.367	.300	-.270	-.168	-.322	.801**	.432	-.289
وزن خشک برگ **Leaf dry weight**				1	.026	-.172	.915**	-.858**	-.269	-.096	.079	-.167
طول میوه **Length of fruit**					1	.550	.204	-.062	-.472	.291	-.031	.581
قطر میوه **diameter of fruit**						1	-.130	.128	.068	.142	-.192	.219
نسبت طول به قطر **Length to diameter ratio**							1	-.724 *	-.333	-.259	-.063	.134
وزن مخصوص میوه **Fruit specific gravity**								1	.395	-.131	-.011	.047
رشد سال جاری **Current growth**									1	-.350	-.043	-.417
سطح برگ **Leaf area**										1	.603	-.293
سطح ویژه برگ **Specific leaf area**											1	-.574
وزن مخصوص برگ **Specific leaf weight**												1

**، *، ns بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

**, * and ns significant in probability level of 1% , 5% and non significant, respectively

تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ گرم در هزار بالاترین طول و بالاترین قطر را به خود اختصاص داد که موید نقش مثبت اسید سالیسیلیک در تحریک رشد در شرایط تنش حاکم بر گیاه (تنش زیستی ناشی از باکتری عامل آتشک) می‌باشد که با یافته‌های برومند جزی مطابقت دارد.

انطباق بالاترین محتوای نسبی آب برگ با پایین‌ترین طول میوه به تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۵ گرم در هزار می‌تواند نشانگر تاثیر مواد تیماری در

غلظت‌های فوق بر نحوه تخصیص آب و مواد غذایی در اندام‌های برگ و میوه باشد که ظاهراً این تیمار در تحریک رشد میوه تاثیر منفی دارد.

انطباق پایین‌ترین وزن تر برگ با بالاترین سطح برگ و بالاترین نسبت طول به قطر به تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار نیز حاکی از تاثیر مثبت تیمار مزبور در تحریک رشد میوه و تاثیر آن بر خصوصیات برگ دارد. با توجه به اینکه برگ‌ها عامل اصلی فتوسنتز و افزایش ماده خشک گیاه در واحد سطح هستند، می‌توان نتیجه گرفت که در تیمارهای حائز شاخص سطح برگ بالاتر، رشد میوه نیز بیشتر خواهد بود. در واقع با افزایش سطح برگ و بالتبع تولید مواد پرورده فتوسنتزی در تیمار اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و تیمار توام اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۱ و سولفات منیزیم کلاته با غلظت ۰/۷ گرم در هزار، تخصیص مواد پرورده به اندام زایشی گیاه افزایش یافت که با نتایج گشتی و همکاران (۱۰) مطابقت دارد.

نظر به جمیع موارد مذکور مشهود است که تاثیر هر یک از این دو ماده بر متابولیسم گیاه، تغییراتی در تخصیص مواد پرورده فتوسنتزی بوجود آورده است. نتایج این تحقیق نشان داد که بکارگیری ترکیبات سولفات منیزیم کلاته و اسید سالیسیلیک تاثیر مثبتی در تحریک رشد و متابولیسم ناشی از شرایط تنش حاکم بر گیاه (تنش زیستی ناشی از باکتری عامل آتشک) و افزایش شاخص‌های رشد گلابی باستثناء رشد سال جاری داشته و در نهایت باعث افزایش عملکرد اقتصادی این گیاه می‌شود.

منابع

1- Adel M., Adel M., Amiri M. E., Nejatian M. A. and Davodi A. 2013. The examination of the effect of spray of edetated magnesium sulfate and salsylic acid on the shoot Fire blight of pear (cv. Louise Bonne). Articles Abstract of the 8th Agricultural Science Congress of Iran. Hamadan. Page 427 (in Persian with English abstract)

2- Adel M., Amiri M. E. and Adel M. 2014. Influence of spray with salicylic acid and coriander extract on shoot Fire Blight and fruit quality in pears (cv. Louise Bonne). New Issues Congress. Karaj. (in Persian)

3- Adel M. and Adel M. 2017. Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species (translation). The first edition. University Jihad Publications.

4- Arias M., Carbonell J. and Agustí M. 2005. Endogenous free polyamines and their role in fruit set of low and high parthenocarpic ability citrus cultivars. Plant Physiology. 162: 845 -853.

5- Barker A.V. and Pilbeam D.J. 1937. Handbook of plant nutrition. CRC-Taylor and Francis Group. New York. 613 p.

6- Biasi R., Bagni N. and Costa G. 1988. Endogenous polyamines in apple and their relationship to fruit set and fruit growth. Physiologia Plantarum. 73 (2): 201–205.

7- Faust M. 2001. Physiology of Fruit Trees of Temperate Regions. Translation: Gholami, M. and Kimiaei Talab, M. R. Boo Ali Sina Publications. Hamadan. 350 pp.

8- Gopi R., Sridharon R., Somasundaram R., Alagulakshmanan G.M., and Panneerselvam R. 2005. Growth and photosynthetic characteristics as affected by triazols in *Amorphophallus campanulatus*. General and Applied Plant Physiology. 31: 171-180.

9- Hayat S. and Ahmad A. 2007. Salicylic acid a plant hormone. Springer. India. 410 pp.

10- Hoseinzadeh Gashti E., Isfahani M., Asghari J., Sapharzadeh Vishkaii M. T. and Rabiei B. 2009. The effect of consumption of sulfur fertilizer on the growth and yield indexes of peanut (*Arachis hypogaea* L.). Journal of Agricultural Science and Technology. 48: 27- 38. (in Persian)

11- Jalili Marandi R. and Haji Taghi Loo R. 2003. The laboratory of post-harvest physiology. Oroomiyeh University Publications. Oroomiyeh. 12. (in Persian)

12- Kakkar R.K. and Rai V.K. 1993. Plant polyamines in flowering and fruit ripening. Phytochemistry. 33: 1281-1288.

13- Malik A.U. and Singh Z. 2004. Endogenous free polyamines of mangos in relation to development and ripening. Journal of the American Society for Horticultural Science. 129 (3): 280-286.

14- Manthe B., Schulz M., Schnabl H. 1992. Effects of salicylic acid on growth and stomatal movements of *Vicia faba* L.: evidence for salicylic acid metabolization. Journal Chemical Ecology. 18: 1525–1539.

15- Mazaheri Tirani M., Kalantari Kh. M., and Hasibi N. 2008. The study of the interactive effects of ethylene and salicylic acid on induction of oxidative stress and the mechanisms of tolerance in *Brassica napus* L. Iran Journal of Biology. 21 (3): 421-432.

16- Metwally A., Finkemeier I., Georgi M., Dietz K.J. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in Barley seedling. Plant Physiology. 132: 272-281.

17- Mishra S.N. and A.P. Singh. 1989. Studies on sulphur and phosphorus availability and uptake by groundnut. Legume Research. 12(4): 160-164.

18- Nazardin M.R.A., Fauzi R.M., and Tsan F.Y. 2007. Effects of paclobutrazol on the growth and anatomy of stems and leaves of *Syzygium campanulatum*. Tropical Forest Science. 19: 86-91.

19- Ritchie S.W. and Nguyen H.T. 1990. Leaf water content and gas exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought resistance. Crop Science. 30: 105-111.
20- Sapharzadeh Vishkaii M. N. 1998. The effect of sulfur on the growth and yield of peanut. M.Sc. Thesis, Isfahan University, Isfahan, Iran. (in Persian)
21- Sood S. and Nagar P. K. 2008. Post-harvest alterations in polyamines and ethylene in two diverse rose species. Acta Physiologia Plantarum. 30 (2): 243-248.
22- Zamani M. M. 2011. Influence of exogenous application of proline and glycine betaine on drought tolerance in grapevine. M. Sc. Thesis, University of Zanjan, Zanjan, Iran. 86pp. (in Persian with English abstract)
23- Zheng Y. and Zhang Q. 2004. Effect of polyamines and salicylic acid on postharvest storage of 'ponkan' mandarin. Acta Horticulture. 632: 317-320.
24- Ziosi V., Bregoli A.M., Fregola F., Costa G. and Torrigiani P. 2009. Jasmonate- induced ripening delay is associated with up-regulation of polyamine levels in peach fruit. Plant Physiology. 166: 938-946.