

اثر سالیسیک اسید بر فتوستتز، وزن خشک و دمای کانوپی لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata*) در مرحله رشد رویشی

مالک اژدر افشاری^{۱*}، حسن حبیبی^۲، فرید شکاری^۳، محمد حسین فتوکیان^۴

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد و مدرس دانشگاه پیام نور سلطانیه

۲- استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد

۳- استادیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان

۴- دانشیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد

تاریخ وصول: ۱۳۸۹/۸/۲۲

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۲۶

چکیده

جهت بررسی اثرات SA روی پاره‌ای از خصوصیات فیزیولوژیک و بدست آوردن مناسبترین غلظت این ماده در گیاه لوبیا چشم بلبلی رقم پرستو، آزمایشی در بهار ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان با پنج تیمار شامل: شاهد و چهار تیمار محلول پاشی سالیسیک اسید (۱۵۰-۳۰۰-۴۵۰-۶۰۰ میکرو مولار) در مرحله ۱۰ برگی گیاه لوبیا چشم بلبلی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. نتایج مشخص نمود که در پارامترهای فتوستتزی مانند صفات سرعت فتوستتز و سرعت تعرق و غلظت CO₂ اتاقت زیر روزنه ای و شاخص محتوی کلروفیل در تیمار ۱۵۰ میکرو مولار SA بیشترین اثر را داشته و تفاوت معنی داری در سطح پنج درصد با تیمار شاهد نشان داد. در صفات مربوط به وزن خشک (وزن خشک کل، وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ) نیز تیمار سطح ۱۵۰ میکرو مولار میانگین بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشته و تفاوت معنی داری را در سطح ۵ درصد نسبت به تیمار شاهد نشان داد. با افزایش سطوح SA دمای کانوپی افزایش معنی داری را نشان داد. همچنین همبستگی مثبتی بین وزن خشک بوته با صفات سرعت فتوستتز، سرعت تعرق، کلروفیل، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه مشاهده گردید.

واژه های کلیدی: سالیسیک اسید (SA)، فتوستتز، سرعت تعرق، دمای کانوپی، لوبیا چشم بلبلی

مقدمه

ساعت پس از کاربرد سالیسیک اسید یا استیل سالیسیک اسید با غلظت 10^{-3} یا 10^{-5} مول بر لیتر در گیاهان ذرت و سویا مشاهده گردید که معمولا با افزایش یا عدم تغییر در سطوح هدایت روزنه ای و سرعت تعرق بود اگر چه غلظت CO_2 اتافک درون روزنه ای معمولا پایین تر از گیاهان شاهد بود (۱۸). سالیسیک اسید باعث افزایش محتوی کلروفیل در سویا گردید (۲۳) و (۳۶). آن ها همچنین گزارش نمودند که محتوی کلروفیل در پاسخ به کاربرد ۲۰ میلی گرم در لیتر سالیسیک اسید در برگ‌های سویا افزایش یافت. کالرانی و همکاران (۲۰۰۲) بالاترین محتوی کلروفیل را در اسپری نمودن سالیسیک اسید (SA) با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در گیاه گوجه فرنگی مشاهده نمودند. به طور مشابهی افزایش در محتوی کلروفیل به وسیله شهابا و همکاران (۲۰۰۰) در پاسخ گیاه به محلول پاشی برگ‌ها با سالیسیک اسید مشاهده گردید. بنابراین مطالعه حاضر جهت بررسی سطوح مختلف سالیسیک اسید بر روی برخی خصوصیات فتوستتزی، وزن خشک و دمای کانوپی در لوبیا چشم‌بلبلی در زمان رشد رویشی و تعیین بهترین سطح اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش مزرعه ای در بهار ۱۳۸۷ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان در عرض جغرافیای شمالی ۳۶ درجه و ۴۱ دقیقه و طول شرقی ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه اجرا گردید که در آن ارتفاع ۱۵۷۵ متر از سطح دریا و با میانگین بارندگی منطقه در حدود ۲۸۰ میلیمتر در سال می باشد. این آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمد. رقم مورد استفاده رقم پرستو بود که بذور از مرکز تحقیقات کشاورزی دزفول تهیه شده بود. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: - تیمار شاهد (محلول پاشی با آب)، - تیمار محلول پاشی به وسیله سالیسیک اسید (SA) با غلظت ۱۵۰ میکرو مولار، - تیمار محلول پاشی به وسیله سالیسیک اسید (SA) با غلظت ۳۰۰ میکرو مولار، - تیمار محلول پاشی به وسیله

لوبیا چشم بلبلی (Cowpea) با نام علمی (*Vigna unguiculata*) گیاهی یکساله، روز کوتاه و گرما دوست است و به علت داشتن پروتئین مناسب از اهمیت بالایی از نظر تغذیه برخوردار می باشد. همچنین یک منبع غنی از کلسیم و آهن می باشد (۳). سالیسیک اسید یک تنظیم کننده رشد گیاهی است که در برخی گیاهان در مقادیر با غلظت پائین (۱) و (۲) و (۳۰) وجود دارد که هم به فرم آزاد و هم به فرم گلیکوزیل می باشد (۲۲). گزارش شده اسپرین (فرم استیل سالیسیک اسید) منفذ های روزنه ای گیاهان لوبیا و کاملینا (*Commelina*) را جهت بسته شدن تحت تاثیر قرار می دهد (۲۱). کاربرد خارجی سالیسیک اسید ممکن است در دامنه ای از فرایندهای مختلف در گیاهان اثر داشته باشد مانند جوانه زنی بذور (۸)، بسته شدن روزنه ها (۲۱)، تبادل و انتقال یون ها (۱۴) نفوذ پذیری غشا (۷) فتوستتزر و سرعت رشد (۱۸). خوداری به این نتیجه رسید که تیمار ذرت به وسیله سالیسیک اسید محتوای کلروفیل و کاروتنوئیدها را افزایش می دهد (۱۹). مطالعات بر روی کاربرد های سالیسیک اسید اثر مثبت آن را بر روی فتوستتزر و رشد گیاهان تحت تنش خشکی نشان داده است (۲۹). کاربرد سالیسیک اسید ها روی گیاهان، رشد قسمت های هوایی را در گونه های مختلف گیاهی، نظیر کلیتوریا (*Clitoria*) که تولید علوفه را که برای تغذیه حیوانات مهم است، افزایش می دهد (۲۴). سالیسیک اسید ریشه های بزرگتری را در هویج (۶۰ درصد)، چغندر قند (۱۶ درصد) و تربچه (۲۰ درصد) القاء کرد (۵). افشانه کردن برگگی سالیسیک اسید روی قسمت های هوایی گیاهان سویا، اندازه ریشه را بطور چشمگیری تحت تاثیر قرار داد و باعث افزایش رشد ریشه گردید (۱۳). نتایج حاصل از تیمارهای سالیسیک اسید باعث تحریک دستگاه فتوستتزی و افزایش فتوستتزر در سویا گردید (۲۳) و (۳۶). سالیسیک اسید به تنهایی یا در ترکیب با سایر هورمون های گیاهی باعث افزایش سرعت فتوستتزر و تعرق در سویا گردید (۲۰). همچنین افزایش در سرعت فتوستتزر ۴۲

پلات با اندازه گیری دمای ۵ نمونه، میانگین دمای نمونه ها به عنوان دمای پلات یادداشت گردید.

وزن خشک بوته پس از نمونه برداری در پایان مرحله رویشی و جدا نمودن ساقه و برگ نمونه ها درون آون قرار گرفتند و پس از ۲۴ ساعت بطور جداگانه وزن شدند.

برای انجام محاسبات آماری از نرم افزار MSTAT-C 2.0 استفاده گردید. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excell رسم گردید. همبستگی بین صفات با استفاده از نرم افزار SPSS محاسبه گردید. آزمون مقایسه میانگین ها به روش دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر سطوح SA بر روی صفات فتوستتزی در مرحله رویشی در سطح ۵ درصد معنی دار گردید. پس از مقایسه میانگین در اندازه گیری فتوستتزی، میانگین تیمار ۲۴ ساعت پس از محلول پاشی فتوستتزی در سطح $SA = 150 \mu\text{Mol}$ تفاوت معنی دار را نسبت به نمونه شاهد از خود نشان داد (شکل ۱ و جدول ۲) و بالاترین فتوستتزی مربوط به سطح $SA = 150 \mu\text{Mol}$ می باشد. تفاوت معنی داری بین سایر سطوح و تیمار شاهد مشاهده نگردید. در اندازه گیری فتو سنتز پس از یک هفته باز هم بالاترین میانگین مربوط به $SA = 150 \mu\text{Mol}$ بود و اختلاف معنی داری را با تیمار شاهد داشت و مانند اندازه گیری قبلی تفاوتی بین سطوح بالاتر و شاهد مشاهده نگردید و اولین سطح تیمار SA باعث افزایش فتوستتزی در هر دو اندازه گیری گردیده است. در آزمایشاتی که فریدودین و همکاران (۲۰۰۳) بر روی گیاه خردل انجام دادند مشاهده کردند که سرعت فتوستتزی در این گیاهان تحت تاثیر SA افزایش یافت. آنها نیز مشاهده کردند که افزایش فتوستتزی در سطوح پایین SA صورت می گیرد و در سطوح بالای SA کاهش فتوستتزی را به همراه داشته است. همچنین SA میزان سرعت فتو سنتز را در سویا، جو و ذرت تحریک کرد (۱۸، ۱۹، ۲۰ و ۲۷).

سالسلیلیک اسید (SA) با غلظت ۴۵۰ میکرو مولار، و تیمار محلول پاشی به وسیله سالسلیلیک اسید (SA) با غلظت ۶۰۰ میکرو مولار. بذور در کرت های جداگانه بر روی خطوطی به طول ۴ متر و فاصله کشت ۵۰ سانتی متر و ۵ خط کاشت پس از آماده سازی زمین و ضد عفونی بذور به صورت دستی کشت گردیدند. کود دهی نیز بر اساس آزمون خاک انجام گرفت که در مزرعه ۵۰ کیلو گرم در هکتار کود اوره ۵۰ کیلو گرم در هکتار کود فسفات تریپل استفاده گردید. مزرعه با دور آبیاری هر ۱۰ روز یک بار آبیاری گردید. پس از آماده سازی محلول ها با غلظت های مشخص در زمان ۱۰ برگی محلول های ذکر شده فوق بر روی گیاهان محلول پاشی شدند. در زمان های مشخص صفات متفاوت بر روی ارقام شاهد و نمونه ها اندازه گیری و یادداشت گردید.

به منظور اندازه گیری صفات فتوستتزی از جمله میزان فتوستتزی در واحد سطح برگ ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) و میزان تعرق ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) و میزان CO_2 درون اتاقک روزنه ای از دستگاه فتوستتزی متر مدل (LCA, ADC.UK) استفاده گردید. این اندازه گیری ۲ بار انجام گرفت یک بار ۲۴ ساعت پس از محلول پاشی و بار دوم یک هفته پس از محلول پاشی، که برای اندازه گیری از برگ میانی بالاترین برگ تشکیل یافته در بالای گیاه استفاده گردید. به این منظور قسمت میانی برگ در داخل محفظه شیشه ای قرار گرفت و داده ها هر ۶۰ ثانیه با ۳ تکرار یادداشت گردید. زمان انجام آزمایش ساعت ۹-۱۱ صبح بود. لازم به ذکر است که برگ هایی که در نوبت اول عمل یادداشت برداری از آنها انجام شده بود با علامت گذاری در نوبت دوم نیز از همان برگ ها استفاده شد.

شاخص محتوای کلروفیل نیز با دستگاه کلروفیل متر مدل (CCM200) یک هفته پس از محلول پاشی اندازه گیری گردید.

دمای کانوپی با استفاده از دماسنج مادون قرمز (مدل Minitemp-Laser Radiation) یک هفته پس از محلول پاشی ساعت ۱۰ صبح اندازه گیری شد. که در هر

داد و زمانی که از SA با غلظت ۴-۱۰ استفاده گردید شاخص روزنه ای افزایش یافت (۲۸).

اثر سطوح SA بر روی صفت شاخص کلروفیل در مرحله رویشی در سطح ۵ درصد معنی دار گردید (جدول ۱). بیشترین محتوای کلروفیل مربوط به تیمار ۱۵۰ میکرو مول SA بود که اختلاف معنی داری را با تیمار شاهد نشان می دهد (جدول ۲). کاربرد SA در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در میلی لیتر به قسمت های برگ گیاه کلزا میزان کلروفیل را افزایش داد (۱۱). علاوه بر این در گیاهان ۳۰ روزه خردل هندی که با غلظت ۵-۱۰ مولار اسپری شده بودند ۲۰ درصد کلروفیل بیشتری از گیاهانی که فقط با آب اسپری شده بودند داشتند (۱۰). همچنین خیساندن بذر های گندم در محلول ۵-۱۰ مولار از SA منجر به گیاهانی شد که دارای مقدار رنگدانه های بیشتری بودند و با افزایش غلظت خیلی بالا مقدار رنگدانه ها کاهش یافتند (۱۵).

با آزمایشاتی که بر روی گیاهان مختلف انجام شد مشاهده گردید که محتوی کلروفیل هنگامی که گیاهان با SA تیمار شدند افزایش یافت (۳۴، ۳۳ و ۹). سیوا کومار و همکاران (۲۰۰۱ و ۲۰۰۲) مشاهده نمودند که گیاهانی که با SA ۱۰۰ میلی گرم در لیتر تیمار شده بودند بالاترین مقدار کلروفیل را داشتند. اسید سالیسیلیک باعث تحریک و افزایش محتوی کلروفیل در سویا گردید (۲۳). ژائو و همکاران (۱۹۹۹) گزارش نمودند که محتوی کلروفیل در پاسخ به کاربرد ۲۰ میلی گرم در لیتر SA در برگ های سویا افزایش یافت. در یک آزمایش مزرعه ای کاربرد ۱۰ تا ۲۰ میکروگرم در میلی لیتر SA در برگ های گیاه کلزا باعث افزایش محتوی کلروفیل در برگ ها گردید (۱۱). کالارانی و همکاران (۲۰۰۲) بالاترین محتوی کلروفیل را در اسپری نمودن SA با غلظت ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در گیاه گوجه فرنگی مشاهده نمودند. سینگ و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده نمودند که کاربرد SA یا استیل سالیسیلیک اسید با غلظت ۱۲۵ میلی گرم در لیتر باعث افزایش محتوی کلروفیل نهایی در گیاه شاه توت گردید.

همچنین ژائو و همکاران (۱۹۹۹) افزایش ۴۲ درصدی در سرعت فتوستتزی گیاه ذرت را مشاهده نمودند. الحکیمی و همکاران (۲۰۰۱) نتیجه گرفتند که تیمار گندم با سدیم سالیسیلات باعث تحریک رشد و افزایش سرعت فتوستتزر و سرعت تعرق گردید.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر سطوح SA بر روی صفات تعرق در اندازه گیری اول در سطح ۱ درصد و در اندازه گیری دوم در سطح ۵ درصد معنی دار گردید. در مقایسه میانگین تعرق ۲۴ ساعت پس از محلول پاشی مشاهده شد که بالاترین سطح تعرق مربوط به سطح $SA = 150 \mu\text{Mol}$ می باشد (شکل ۱ و جدول ۲) که می تواند حاکی از باز بودن روزنه ها باشد. در اندازه گیری تعرق پس از یک هفته باز هم بالاترین سطح تعرق مربوط به سطح $SA = 150 \mu\text{Mol}$ بود. برگ های سویا افزایش در راندمان مصرف آب و میزان تعرق و غلظت Co_2 داخلی را با مصرف SA از خود نشان دادند (۲۰).

اثر سطوح SA بر روی صفت غلظت Co_2 در مرحله اول (۲۴ ساعت پس از محلول پاشی) معنی دار نگردید (جدول ۱) ولی در مرحله دوم (یک هفته پس از محلول پاشی) در سطح ۱ درصد معنی دار گردید. در اندازه گیری دوم که مربوط به یک هفته پس از محلول پاشی بود سطح $SA = 150 \mu\text{Mol}$ بالاترین میانگین را داشت و اختلاف معنی داری را نسبت به شاهد و سایر سطوح نشان داد (جدول ۲). برگ های سویا افزایش در راندمان مصرف آب و میزان تعرق و غلظت Co_2 داخلی را با مصرف SA از خود نشان دادند (۲۰). پیش تیمار با SA در غلظت ۵/۰ میلی مولار باعث کاهش فتوستتزر خالص، هدایت روزنه ای و سرعت تعرق گردید (۱۶). سطوح مختلف استیل سالیسیلیک اسید به عنوان یک عامل ضد تعرق در برگ های لوبیا ظاهر شد و در گیاه کاملنیا به عنوان یک بازدارنده از باز شدن روزنه ها در لایه اپیدرم عمل کرد (۲۱). همچنین گزارش شده که SA از طریق آبیسیک اسید روزنه ها را می بندد. در جوانه های گیاه فلفل کاربرد SA با غلظت ۴۰۰ تا ۸۰۰ میلی گرم در لیتر مقاومت روزنه ای را افزایش

SA استفاده شده فریدودین و همکاران(۲۰۰۳) افزایش بیشینه ای در تجمع ماده خشک در غلظت ۵-۱۰ مولار مشاهده کردند که در برگ‌های گیاهان استقرار یافته براسیکا جونسیکا به کار رفته بود اما غلظت بالا اثر بازدارندگی داشتند.

همبستگی بین صفات از روش پیرسون محاسبه گردید(جدول ۴). صفت وزن خشک کل بوته همبستگی مثبتی با صفات فتوستتزی یک هفته پس از محلول پاشی، تعرق یک هفته پس از محلول پاشی، شاخص محتوی کلروفیل، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه در سطح ۱ درصد از خود نشان داد. دمای کانوپی همبستگی مثبت در سطح ۵ درصد با سرعت تعرق در ۲۴ ساعت پس از محلول پاشی و همچنین در سطح ۱ درصد با CO2 درون روزنه ای از خود نشان داد. صفت فتوستتزی در اندازه گیری ۲۴ ساعت پس از محلول پاشی همبستگی مثبتی در سطح ۵ درصد با صفات وزن خشک برگ، غلظت CO2 اندازه گیری دوم و سرعت تعرق اندازه گیری اول نشان داد

اثر سطوح SA بر روی دمای کانوپی در مرحله رویشی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). بیشترین دما مربوط به سطح ۶۰۰ میکرو مولار SA می باشد و کمترین دما مربوط به سطح شاهد می باشد که نشان می دهد افزایش سطوح SA باعث افزایش دمای گیاه گردیده است. راسکین (۱۹۹۲) ثابت کرد که SA یک سلرژین (تولید کننده گرما) و یک تنظیم کننده برای تولید گرما می باشد. کاربرد برونزاد SA در ۰/۱۳ میلی گرم بر گرم وزن تر قسمت های نارس از سوسن ها منجر به افزایش درجه حرارت آنها گردید. مکانیسم عمل SA در گونه‌های ترموژنیک برگ‌های توتون به دلیل عمل آنها در تنفس می باشد که میزان دمای افزایش یافته درجه حرارت سطحی را بالا می برد. تجزیه واریانس در وزن خشک در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید در هر سه صفت وزن خشک کل، وزن خشک برگ و وزن خشک ساقه بالاترین میانگین مربوط به سطح SA = ۱۵۰ μMol بود. گزارش شده SA باعث افزایش سطح برگ و محصول خشک آن شد ولی ارتفاع گیاه و طول ریشه بدون اثر باقی ماند(۱۸). بدون در نظر گرفتن غلظت های مختلف

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد مطالعه تحت تاثیر تیمارهای محلول پاشی

تکرار	درجه آزادی	مجموعه اول	مجموعه دوم	مجموعه اول	مجموعه دوم	مجموعه اول	مجموعه دوم	مجموعه اول	مجموعه دوم	مجموعه اول	مجموعه دوم	مجموعه اول	مجموعه دوم
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱۱۱,۷۵۲ ^{ns}	۴۸,۲۹۳	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}	۱۷,۹۱۹	۶,۳۵ ^{**}
۲	۴	۸	۱۷۰,۹۷۹	۱									

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف SA بر صفات مورد مطالعه

شاخص کلروفیل	CO ₂ غلظت (۲)	سرعت تعرق (۲)	فتوستتزر (۲)	CO ₂ غلظت (۱)	سرعت تعرق (۱)	فتوستتزر (۱)	میکرومولار (SA)	شاهد (۰)				
۸۳/۵۷	b	۳۲۳/۴	c	۴	b	۷/۴bc	۴۰۶	a	۲/۳۶d	۷/۷۵	b	۱۵۰
۹۵/۰۹a	۳۶۹/۵	a	۵/۱۲a	۹/۸۲a	۴۰۲/۳ab	۴/۳۱a	۱۳/۰۵a	۳۰۰	۶/۲۰۷c	۸۲/۰۷b	۴۵۰	
۱۰۱/۹	a	۳۳۰/۱bc	۴/۶۴ab	۸/۷۶ab	۳۹۷/۲	ab	۱/۸۰۳	e	۲/۸۹۷	c	۶۰۰	
۸۳/۵۶b	۳۴۳/۷b	۳/۷۸	b	۵/۹۶c	۳۸۹/۹b	۳/۵۲۷b	۸/۵۰۷b					

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف SA بر صفات مورد مطالعه

دمای کانوپی	وزن خشک بوته	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	SA (میکرومولار)	شاهد (۰)			
۲۳/۱۷	d	۲۴/۰۷	c	۹/۶	b	۱۴/۴۷	c	۱۵۰
۲۶/۲	b	۳۷/۱۷	a	۱۳/۵۳	a	۲۳/۶۳	a	۳۰۰
۲۴/۴۳	c	۳۱/۴	b	۱۵/۴	a	۱۶	b	۴۵۰
۲۵/۸۳	b	۲۲/۱	c	۸/۴	b	۱۳/۷	c	۶۰۰
۲۸/۰۳	a	۱۷/۸۳	d	۶/۹	b	۱۰/۹۳	d	

(در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌دار ندارند)

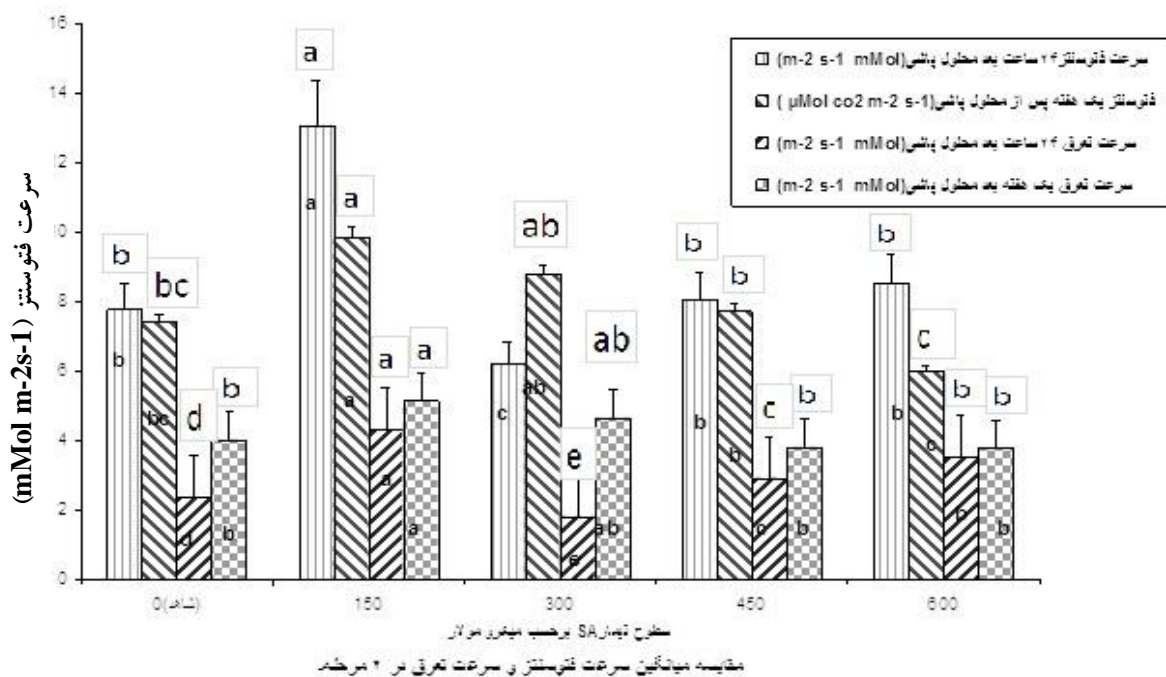
جدول ۴- نتایج همبستگی فنوتیپی پیرسون بین صفات مورد مطالعه

سرعت تعرق (۱)	سرعت فتوستتزر (۲)	سرعت تعرق (۲)	CO ₂ غلظت (۱)	سرعت فتوستتزر (۲)	سرعت تعرق (۲)	CO ₂ غلظت (۱)	کلروفیل	وزن خشک برگ	وزن خشک ساقه	وزن خشک بوته	دمای کانوپی
۰/۸۹۶*	۰/۲۴۱ ns	۰/۳۷۴ ns	۰/۴۱۸ ns	۰/۸۰۷**	۰/۱۶ ns	۰/۷۴۰**	۰/۷۵ ns	۰/۷۵ ns	۰/۴۸۷ ns	۰/۳۵۹ ns	سرعت فتوستتزر (۱)
۰/۰۵۶ ns	۰/۱۶۳ ns	۰/۲۳۱ ns	۰/۸۱۸**	۰/۱۹ ns	۰/۴۴۲ ns	۰/۲۱۲ ns	۰/۱۶۷ ns	۰/۲۱۲ ns	۰/۱۶۷ ns	۰/۶۸۵**	سرعت تعرق (۱)
۰/۱۷۵ ns	۰/۰۹۵ ns	۰/۱۴۵ ns	۰/۰۷ ns	۰/۳۶۷ ns	۰/۱۸۴ ns	۰/۲۹۵ ns	۰/۵۳۳*	۰/۱۸۴ ns	۰/۲۹۵ ns	۰/۵۳۳*	CO ₂ غلظت (۱)
۰/۸۵۶**	۰/۳۸۷ ns	۰/۴۹۸ ns	۰/۷۴۵**	۰/۶۴۲**	۰/۷۶۲**	۰/۲۰۱ ns	۰/۲۰۱ ns	۰/۶۴۲**	۰/۷۶۲**	۰/۲۰۱ ns	سرعت فتوستتزر (۲)
۰/۳۹۴ ns	۰/۴۹۵ ns	۰/۶۸۶**	۰/۴۹۵ ns	۰/۶۸۶**	۰/۵۹۵*	۰/۷۰۴**	۰/۰۹۲ ns	۰/۷۰۴**	۰/۵۹۵*	۰/۰۹۲ ns	سرعت تعرق (۲)
۰/۲۲۶ ns	۰/۶۲۸*	۰/۱۸۹ ns	۰/۴۷۳ ns	۰/۵۲۹*	۰/۱۸۹ ns	۰/۴۷۳ ns	۰/۵۲۹*	۰/۱۸۹ ns	۰/۴۷۳ ns	۰/۵۲۹*	CO ₂ غلظت (۲)
۰/۵۶۵*	۰/۹۳۴**	۰/۹۳۴**	۰/۷۹۳**	۰/۱۷۷ ns	۰/۷۹۳**	۰/۹۳۴**	۰/۱۷۷ ns	۰/۷۹۳**	۰/۹۳۴**	۰/۱۷۷ ns	کلروفیل
۰/۶۷۸**	۰/۹۳۵**	۰/۹۳۵**	۰/۱۲۶ ns	۰/۱۲۶ ns	۰/۹۳۵**	۰/۱۲۶ ns	۰/۱۲۶ ns	۰/۹۳۵**	۰/۱۲۶ ns	۰/۱۲۶ ns	وزن خشک برگ
۰/۸۹۴**	۰/۳۸۰ ns	۰/۳۸۰ ns	۰/۳۸۰ ns	۰/۳۸۰ ns	۰/۳۸۰ ns	۰/۳۸۰ ns	۰/۳۸۰ ns	۰/۳۸۰ ns	۰/۳۸۰ ns	۰/۳۸۰ ns	وزن خشک ساقه
۰/۲۶۰ ns	۰/۲۶۰ ns	۰/۲۶۰ ns	۰/۲۶۰ ns	۰/۲۶۰ ns	۰/۲۶۰ ns	۰/۲۶۰ ns	۰/۲۶۰ ns	۰/۲۶۰ ns	۰/۲۶۰ ns	۰/۲۶۰ ns	وزن خشک بوته

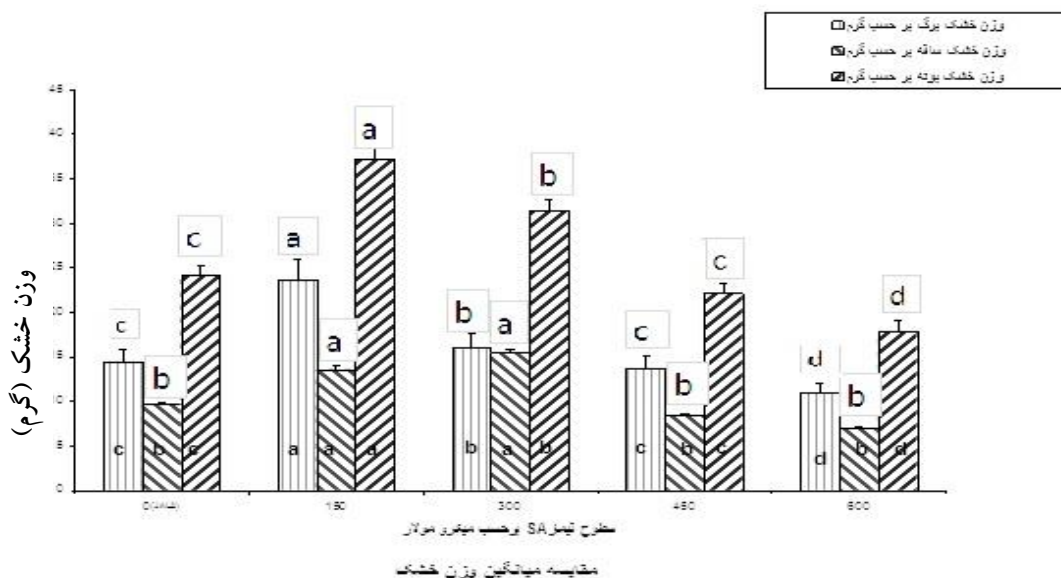
* معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

** معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

(۱) اندازه گیری پس از ۲۴ ساعت



شکل ۱. مقایسه میانگین سرعت فتوسنتز و سرعت تعرق در مراحل ۲۴ ساعته و یک هفته پس از محلول پاشی SA



شکل ۲. مقایسه میانگین وزن خشک برگ، ساقه و بوته تحت تیمار محلول پاشی SA

منابع

- grass, *Sporobolus stapfianus*. Aust. J. Plant Physiol., 28: 1115-1120.
- 13- Gutierrez-Coronado M. A., Trejo-Lopez C. and Larque-Saavedra A. 1998. Effects of salicylic acid on growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiol.,
- 14- Harper J. P. and Balke N. E. 1981. Characterization of the inhibition of K⁺ absorption in oat roots by salicylic acid. Plant Physiol., 68: 1349-1353.
- 15- Hayat, S., Fariduddin, Q., Ali, B., and Ahmad, A., 2005. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. Acta Agron. Hung., 53: 433-437.
- 16- Janda T, Szalai G, Tari I, Pa'ldi E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effect of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta, 208:175-180.
- 17- Kalerani, M. K., M. Thangaraj, R. Sivakumar and V. Malika. 2002. Effect of SA on tomato productivity. Crop Res. (Hisar). 23(3):486-492.
- 18- Khan W., Prithiviraj B. and Smith D. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. J. Plant Physiol., 160: 485-492.
- 19- Khodary S. E. A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. Int. J. Agri. Biol., 6: 5-8.
- 20- Kumar, P., Lakshmi, N. J., and Mani, V. P., 2000. Interactive effects of salicylic acid and phytohormones on photosynthesis and grain yield of soybean (*Glycine max* L. Merrill). physiol. Mol. Biol plants., 6: 179-186.
- 21- Larque-Saavedra A. 1979. Stomatal closure in response to salicylic acid treatment. Z. Pflanzenphysiol, 93: 371-375.
- 22- Lee, H., León, J., and Raskin, I., 1995. Biosynthesis and metabolism of salicylic acid. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 92: 4076-4079.
- 23- Leslie, C. A. and R. J. Romani. 1988. inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid. Plant Physiol., 88: Pp.833-837.
- 24- Martín-Mex, R., and Larqué-Saavedra, A., 2001. Effect of salicylic acid in clitoria (*Clitoria ternatea* L.) bioproductivity in Yucatan, México. 28th Annual Meeting. Plant Growth Regulation Society of America. Miami Beach Florida, USA. July 1-5, 2001. p. 97-99.
- ۱ - شکاری، ف.، ف. شکاری و الف ابراهیم زاده. ۱۳۸۴. تنظیم کننده های رشد گیاهی در کشاورزی و باغبانی. انتشارات دانشگاه زنجان، صفحات ۷۷-۲۳.
- ۲ - فتحی، ق. و ب. اسماعیل پور. ۱۳۷۹. مواد تنظیم کننده رشد گیاهی اصول و کاربرد. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- ۳ - مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۳. حبوبات در ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران. چاپ سوم
- 4- Al-Hakimi A. M. A, Hamada A. M. 2001 Counteraction of salinity stress on wheat plants by grain soaking in ascorbic acid, thiamin or sodium salicylate. Biol. Plant., 44:253-261.
- 5- Aristeo-Cortés, P., 1998. Reguladores de crecimiento XIV: Efectos del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en el crecimiento de zanahoria, betabel y rábano. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM, México. Biochem., 36: 653-665.
- 6- Bandurska, H., and Stroinski, A. 2005. The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. Acta Physiol. Plant., 27: 379-386.
- 7- Barkosky R. R., and F. A Einhellung. 1993. Effect of salicylic acid on plant water relationship. J. chem. Ecol., 19 : Pp.237-247.
- 8- Cutt J. R. and Klessig D. F. 1992. Salicylic acid in plants: A changing perspective. Pharmaceu. Technol, 16: 25-34.
- 9- El-Tayeb M. A 2005 Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regul. 45:215-224.
- 10- Fariduddin, Q., Hayat, S., and Ahmad, A., 2003. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea* photosynthetica, 41: 281-284.
- 11- Ghai, N., Setia, R. C., and Setia, N., 2002. Effects of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, Hill activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL-1). Phytomorphol, 52: 83-87.
- 12- Ghasempour, H. R., Anderson, E. M., and Gaff, D. F., 2001. Effects of growth substances on the protoplasmic drought tolerance of leaf cells of the resurrection

- tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regul.*, 30:157–161.
- 31- Shehata, S. A. M., M. A. Saeed and M. S. A. El-Noor. 2000. Physiological response of cotton plant to the foliar spray with salicylic acid. *Annals of Agric.Sci.,(Cairo)*.45(1): 1-18.
- 32- Singh B, and Usha K 2003, Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regul.* 39: 137-141.
- 33- Sinha, S, K. S. H. Sirvastava and R. D. Tripathi. 1993. Influence of some growth regulators and cations on inhibition of chlorophyll biosynthesis by lead in maize. *Bull. Env. Contamin Toxic.*, 51: 241-246.
- 34- Sivakumar, R. Kalarani, M. 2001. Effect of growth regulators on biochemical attributes, grain yield and quality in pearl millet. *Madras. Agric.J.*, 88:256-259.
- 35- Zhou, X. M., A. F. Mackenzie, C. A. 1999. Effects of stem injected plant growth regulators, with or without sucrose, on grain production, biomass and photosynthetic activity of field-grown corn plants. *J. Agron. Crop Sci.*, 183(2):. 103-110.
- 25- Munne-Bosch, S., and Penuelas, J., 2003. Photo- and antioxidative protection, and a role for salicylic acid during drought and recovery in field-grown *Phillyrea angustifolia* plants. *Planta*, 217: 758-766.
- 26- Norman, C., Howell, K. A., Millar, A. H., Whelan, J. M., and Day, D. A., 2004. Salicylic acid is an uncoupler and inhibitor of mitochondrial electron transport, *Plant Physiol.*, 134: 492-501.
- 27- Pancheva, T. V., Popova, L. P., and Uzunova, A. M., 1996. Effect of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. *J. Plant Physiol.*, 149: 57-63. Rai, V. K., and S. S. Sharma. 1986. Reversal of ABA induced stomatal closure by phenolic compounds. *J. Exp. Bot.* 37: 129-134
- 28- Rajasekaran L. R. and Blum T. J. 1999. New plant growth regulators protect photosynthesis and enhance growth under drought of jack pine seedlings. *J. Plant Growth Regul.*, 18: 175–181.
- 29- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 43: 439–463.
- 30- Senaratna T., Touchell D., Bumm E. and Dixon K. 2000. Acetylsalicylic (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress

Effect of Salicylic acid (SA) on the photosynthesis, dry weight and canopy temperature in the cowpea (*Vigna unguiculata*) vegetative growth stage

M.A.Afshari^{1*}, H.Habibi², F.Shekari³, M.H.Fotokian⁴

1. M.Sc. student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahed University
2. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University
3. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University
4. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University

Received: 06/03/2011

Accepted: 12/17/2011

Abstract

Salicylic acid (SA) as a plant growth regulator. It has major effects on some of plant traits. The cowpea (*Vigna unguiculata*) also as one of the source of protein supplies is consequential. To study effect of SA on some physiological traits and to obtain the best concentration of this substance in the cowpea plant, an experiment was carried out in the field research of University of Zanjan. There were five treatments including: control, four treatment of spray application of SA (150, 300, 450 and 600 μM). The experiment was laid out in randomized complete block (RCB) design having three replications. Results showed that in photosynthetic parameters such as photosynthesis speed rate, transpiration rate, intercellular CO_2 concentration, Chlorophyll Content Index in the treatment with 150 μM SA, had the highest effect and significant difference was observed at 5% level. Total dry weight, stem dry weight, leaf dry weight in also treatment with level 150 μM SA more average have shown ratio control treatments and were significant difference in level 5% in compare with control. Also with increasing levels of SA, canopy temperature also was significantly increased. In addition positive correlation was observed between dry weight of plant with photosynthetic rate, rate of transpiration, chlorophyll, leaf dry weight and stem dry weight.

Key words: Salicylic acid, photosynthesis, rate of transpiration, canopy temperature, cowpea

* Corresponding author

E-mail: afshari.ma@yahoo.com