فصلنامه علمی – پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۷، شماره ۲۸، پاییز ۱۳۹۰

تأثیر سالیسیلیک اسید بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی ارقام کلزا

فائزه فاضلی[۱]*، امیر معین نمین[۲]

چکیده

کلزا یک گیاه روغنی بسیار مهم و قابل توجه می‌باشد، بنابر این مهیا کردن شرایط بهینه کشت آن ضرورت دارد. با توجه به شواهد موجود، سالیسیلیک اسید از ترکیبات فنیل پروپانوئیدی می‌باشد و دارای اثراتی مانند: مقاوم‌سازی گیاه در برابر پاتوژن‌ها، اثر بر روی فعالیت آنزیم‌ها و بیان ژن‌ها، حفاظت از گیاه در برابر آلودگی خاک و آلودگی‌های زیست محیطی است. از این رو برای بررسی اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار) بر سه رقم کلزا (okp، طلایه و هایولا)، بذور تهیه شده طی یک طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار، چهار تکرار و سه رقم در گلدان کشت و تیمار شدند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک ساقه و ریشه، سطح برگ، محتوای پروتیین و پرولین ارقام کلزا افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج بدست آمده رقم طلایه همواره در مقایسه با دو رقم دیگر در موارد بررسی شده برتری داشته است و بهترین غلظت سالیسیلیک اسید بررسی شده در آزمایش‌های انجام شده ۷۵ میکرو مولار بوده است. بنابراین می‌توان برای بهینه‌سازی کشت کلزا از سالیسیلیک اسید استفاده کرد و فتوسنتز و به تبع آن محصول را افزایش داد.

کلمه‌های کلیدی: ارقام کلزا، سالیسیلیک اسید

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، رودهن، ایران. * مسئول مکاتبه. (fazeli69@yahoo.com)
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، عضو باشگاه پژوهشگران جوان ، رودهن، ایران
تاریخ دریافت : پاییز ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: زمستان ۱۳۸۸

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

با افزایش روزافزون جمعیت جهان، نیاز به غذا و ضرورت تأمین کالری مورد نیاز بشر افزایش یافته است. کلزا یکی از گیاهان مهم زراعی می‌باشد و در ردیف گیاهان روغنی طبقه‌بندی می‌شود که به دلیل خواص و ویژگی‌های زراعی و غذایی، امروزه مورد توجه قرار گرفته است (Weiss, 2000).

سالیسیلیک اسید (SA) متعلق به گروهی از ترکیبات فنلی است که بطور وسیعی در گیاهان وجود دارد و امروزه به عنوان ماده شبه هورمونی بشمار می‌آید (Yamasaki *et al.,* 1997). این تنظیم کننده رشد درون زا با ماهیت فنلی در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی در گیاه مانند بسته شدن روزنه‌ای، جذب یون، جلوگیری از بیوسنتز اتیلن، تنفس و مقاومت به تنش دخالت دارد.

اثر سالیسیلیک اسید بر فرآیندهای فیزیولوژیکی متفاوت است، بطوری که برخی فرآیندها را به پیش می برد و بسته به غلظت، نوع گونه گیاهی، مراحل نموی و شرایط محیطی اثر برخی دیگر را جلوگیری می‌کند(Shakirova, 1997 ; Abd et al, 2006 ; Sakhabutdinova nova *et al.,* 2006).

این ترکیب دارای اثرات سودمندی بر جوانه‌زنی و ایجاد سیستم مقاومت اکتسابی است (Metraux, 2001 Heill & Bastock, 2002 ; McCue *et al.,* 2000). این مقاومت موجب نگهداری گیاه در برابر عوامل بیماری‌زا می‌شود، به‌طوری‌که واکنش مقاومت در بافت آندوکارپ نخود در مقابل *Fusarium solani* مشاهده شده است. وقتی که در نقطه‌ای از گیاه حمله پاتوژن صورت می‌گیرد، افزایش این اسید مشاهده می‌شود. مشاهده شده است این اسید به همراه جاسمونیک اسید در گیاه نقش سیگنالی نیز دارد و می‌تواند بر روی تعدادی از مسیرهای زیستی و بیوشیمیایی اثرگذار باشد و سبب بیان چندین ژن وابسته به بیماری‌زائی شود و در بیان ژن‌های مقابله با حملات پاتوژن‌ها و پاسخ مکانیکی بافت به زخم اثر داشته باشد (Kaydan *et al.,* 2007 ; Farmer *et al.,* 2003). سالیسیلیک اسید انباشتگی مواد فنلی در گیاه را تحریک می‌کند و به دنبال جوانه‌زنی به صورت غیر مستقیم بر پلیمریزه شدن پراکسیدازها اثر می‌گذارد (Dat *et al.,* 1998 ; Yalpani *et al.,* 1994). از سوی دیگر SA بازدارنده فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز است، زیرا سبب افزایش آب اکسیژنه می‌شود و افزایش آن اثر بازدارنده بر فعالیت کاتالاز دارد. (Stintzi *et al.,* 1993 ; Dat *et al.,* 1998 ; Halliwell, 1978).

همچنین SA به همراه جاسمونیک اسید و متیل سالیسیلات سبب فعال شدن پروتیین‌هایی به نام القاء کننده ژن Pr می‌شود که برای حفظ گیاه در برابر آلودگی مفید هستند و سبب می‌شوند، عناصر سنگینی از قبیل Al، Cd، Zn، Ni و... در خاک اسیدی تجزیه شوند (Balestrazzia *et al.,* 2004). اسیدی شدن مداوم محیط زیست نیاز به تحرک Al دارد و ممکن است برای اکوسیستم‌های زمینی و آبی پرخطر باشد. از جمله پروتئین‌های Pr می‌توان از آنزیم‌های بازدارنده پروتئاز یا هیدرولاز نام برد.

بازدارنده‌های پروتئاز ترکیبات ثانویه‌ای هستند که در بذرها و بافت‌های ذخیره در تعداد زیادی از گیاهان تک لپه‌ای و دولپه‌ای وجود دارند.

آن‌ها در ساز و کارهای دفاعی گیاه در برابر حشرات و حملات پاتوژنی دخیل هستند. همه این عوامل موجب بروز مقاومت بر اثر SA می‌شوند (Farmer *et al.,* 2003). سالیسیلیک اسید با آبسیزیک اسید که از هورمون‌های بازدارنده رشد

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهی است، به همراه اتیلن، H_2O_2 و $CaCl_2$ می‌تواند گیاه را در برابر دمای بالا (۳۵ درجه سانتی‌گراد) مقاوم کند تا گیاه بتواند به رشد خود در شرایط گرمایی ادامه داده و گرما را تحمل کند. این تحمل در گیاهان به حفاظت از آسیب‌های اکسیداتیوی که تحت تنش گرما بروز می‌کند، مربوط است. از سوی دیگر SA سبب بیان ژن‌ها در معرض دماهای بالا می‌شود و به این ترتیب سبب بیان و فعال شدن پروتیین‌های شوک حرارتی می‌شود. این پروتیین‌ها به موجود زنده اجازه می‌دهند تا گرمای زیاد و کشنده را تحمل کنند (Change *et al.*, 2007 ; Parsell & Lindquist, 1993).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در اردیبهشت ماه ۱۳۸۷ تحت شرایط گلخانه‌ای به انجام رسید. در این آزمایش بذور سه رقم کلزا به نام‌های okp، طلایه و هایولا که از مؤسسه تهیه و اصلاح نهال و بذر کرج فراهم شده بود در شرایط یکسان با متوسط دمای روز/شب ۱۵/۲۲درجه سانتی‌گراد، ۵۵- ۵۰ درصد رطوبت و شدت نور ۴۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه کشت شدند. پس از طی مدت ده روز گیاهان کشت شده تحت تیمار سالیسیلیک اسید با غلظت‌های ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار قرار گرفتند. این آزمایش طی یک طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، پنج تیمار و سه رقم انجام شد. پارامترهایی که اندازه‌گیری شد شامل طول ساقه، طول ریشه، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، شاخص سطح برگ، محتوای پروتیین و پرولین. محتوای پروتیین و پرولین به روش اسپکتروفتومتری بترتیب با استفاده از روش (Bates *et al.*,1973; Bradford, 1976) اندازه‌گیری شد.برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS استفاده شد. میانگین داده‌ها نیز بوسیله آزمون دانکن در سطح یک درصد از نظر آماری مقایسه شدند. نمودارهای مربوطه بوسیله‌ی نرم افزار Excel رسم شد.

نتایج

نتایج بدست آمده از جدول تجزیه واریانس نشان دهنده آن است که بین ارقام کلزا، سطوح تیمار و اثر متقابل در رقم در سطح یک درصد برای تمام صفات مورد بررسی تفاوت معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱).

بر اساس جدول ۲ مقایسه‌ی میانگین طول ساقه در سطح شاهد بین ارقام okp و طلایه و نیز بین ارقام طلایه و هایولا تفاوت‌های معنی‌دار نشان داد، در صورتی که بین ارقام okp و هایولا تفاوت معنی‌دار نبود.

در ضمن مقایسه میانگین طول ساقه در رقم okp با شاهد در غلظت های ۲۵۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید تفاوت معنی‌دار نشان داد. همچنین مقایس‌های میانگین در رقم طلایه با شاهد در تمام سطوح تیمار سالیسیلیک اسید بجز در سطح ۱۰۰۰ میکرومولار تفاوت معنی‌داری داشت. از این نظر در رقم هایولا در سطوح ۵۰۰ و ۷۵۰ میکرومولار تیمار سالیسیلیک اسید در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد.

با توجه به جدول ۲، مقایسات میانگین طول ریشه در سطح شاهد بین ارقام هایولا، طلایه و okp تفاوت‌های معنی‌داری مشاهده شد.

در ضمن با بررسی جدول ۲ طول ریشه ارقام هایولا و طلایه در تمام سطوح تیمار سالیسیلیک اسید در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار داشته‌اند. در رقم okp جز در سطح ۲۵۰ میکرومولار در تمامی

Archive of SID

www.SID.ir

سطوح سالیسیلیک اسید در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار مشاهده شد.

با توجه به جدول ۲ صفت وزن تر ساقه بین ارقام okp و طلایه و نیز بین ارقام okp و هایولا در سطح شاهد تفاوت معنی‌دار داشته است. درصورتی که بین ارقام طلایه و هایولا تفاوت معنی‌دار نیست.

در ضمن بنابر جدول بالا وزن تر ساقه رقم okp در تمام سطوح تیمار سالیسیلیک اسید در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داد. وزن تر ساقه رقم طلایه نیز با توجه به جدول۲ در تمام سطوح تیمار سالیسیلیک اسید بجز در سطح ۱۰۰۰ میکرومولار در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داده است. وزن تر ساقه رقم هایولا نیز در تمام سطوح سالیسیلیک اسید در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار داشته است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، مقایسه‌ی میانگین وزن خشک ساقه ارقام طلایه و هایولا در سطح شاهد تفاوت معنی‌دار وجود دارد. در صورتی که، بین ارقام okp و هایولا و از سوی دیگر okp و طلایه این تفاوت معنی‌دار نیست.

در ضمن با توجه به جدول بالا وزن خشک ساقه رقم طلایه در تمام سطوح تیمار سالیسیلیک اسید بجز در سطح ۱۰۰۰ میکرومولار در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داده است. در حالی که برای ارقام هایولا و okp در هیچ یک از غلظت‌های سالیسیلیک اسید تفاوت‌ها معنی‌دار نیست.

بر اساس جدول ۲ مقایسه میانگین وزن تر ریشه در سطح شاهد بین ارقام هایولا، طلایه و okp تفاوت معنی‌دار نداشته است.

با توجه به جدول بالا رقم طلایه از نظر وزن تر ریشه در تمام سطوح سالیسیلیک اسید بجز در سطح ۲۵۰ میکرومولار در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داده است. مقایسه‌ی میانگین وزن تر ریشه در رقم هایولا تنها در سطح ۷۵۰ میکرومولار تفاوت معنی‌دار داشته است. در مورد رقم okp نیز در هیچ یک از سطوح تفاوت معنی‌دار وجود نداشت.

طبق جدول ۲ مقایسه میانگین وزن خشک ریشه در سطح شاهد بین ارقام طلایه، هایولا و okp تفاوت معنی‌دار نداشته است. در ضمن در رقم طلایه از این نظر در تمام سطوح تیمار سالیسیلیک اسید بجز در سطح ۲۵۰ میکرومولار در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. در حالی که در رقم okp از این نظر تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شاهد وجود نداشت و در رقم هایولا نیز در هیچ یک از سطوح بجز در سطح ۷۵۰ میکرومولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، مقایسه میانگین سطح برگ بین سه رقم در سطح شاهد تفاوت معنی‌دار نداشته است. در ضمن با توجه به این جدول سطح برگ رقم هایولا و طلایه در تمام سطوح سالیسیلیک اسید در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار نشان داده است. اما در مورد این صفت در هیچ یک از سطوح تیمار برای رقم okp تفاوت معنی‌داری وجود نداشته است.

بر مبنای نمودار ۱ مقایسه میانگین محتوای پروتیین بین سه رقم در سطح شاهد تفاوت معنی‌دار نداشته است. در ارقام okp و هایولا در تمام سطوح سالیسیلیک اسید در مقایسه با شاهد تفاوت معنی‌دار نیست. در حالی که در رقم طلایه در تمام سطوح تیمار بجز در سطح ۲۵۰ میکرومولار مقایسه میانگین محتوای پروتیین دارای تفاوت معنی‌دار است.

با توجه نمودار ۲ مقایسه میانگین محتوای پرولین بین سه رقم در سطح شاهد دارای تفاوت معنی‌دار نیست. همچنین در ارقام هایولا و طلایه در تمام سطوح سالیسیلیک اسید در مقایسه با شاهد تفاوت

Archive of SID

www.SID.ir

معنی‌دار وجود دارد. دررقم okp در تمام سطوح تیمار بجز در سطح ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار مقایسه میانگین محتوای پرولین تفاوت معنی‌دار نیست.

بحث و نتیجه‌گیری

سالیسیلیک اسید یک تنظیم کننده‌ی رشد با ماهیت فنلی است که بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی در گیاهان را تنظیم می‌کند (Sakhabutdinova *et al.,* 2003).

Abd El-Wahed *et al* (2006) در بررسی اثر غلظت‌های متفاوت سالیسیلیک اسید بر ذرت بیان داشتند، با افزایش غلظت این تنظیم کننده زیستی ویژگی‌های رویشی مانند سطح برگ، وزن تر و وزن خشک افزایش می‌یابد. Eraslan *et al* (2008) نیز در تحقیق خود بر روی اسفناج *Spinacia oleracea)* مشاهده کردند که وزن تر گیاه تحت تأثیر سالیسیلیک اسید افزایش پیدا می‌کند. نتایج گفته شده در این مقاله برای ارقام کلزا با پژوهش‌های بالا در مورد ذرت و اسفناج همخوانی دارد. افزایش مشاهده شده در صفات رویشی ارقام کلزا به تحریک فرآیندهای فیزیولوژیکی تحت تأثیر تیمار با سالیسیلیک اسید مربوط می‌باشد که به دنبال انتقال فعال محصولات فتوسنتزی از منبع به مقصد صورت می‌گیرد و در هریک از این ارقام که این نقل و انتقال بهتر و بیش‌تر انجام شود، صفات مذکور افزایش بیش‌تری نشان داده است (Gutierrez-Coronado *et al.,* 1998).

مداح و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر مقدار پروتیین گیاه نخود دریافتند، گیاهان تیمار شده با این ترکیب دارای مقدار پروتیین محلول بیش‌تری هستند. همچنین با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید محتوای پروتیین در این گیاه بیش‌تر شد.

در پژوهش حاضر نیز در هر سه ارقام کلزا محتوای پروتیین محلول در غلظت‌های بالا نسبت به شاهد افزایش یافت. این افزایش بخصوص در رقم طلایه در غلظت‌های متوسط و بالا بیش‌تر بوده است.

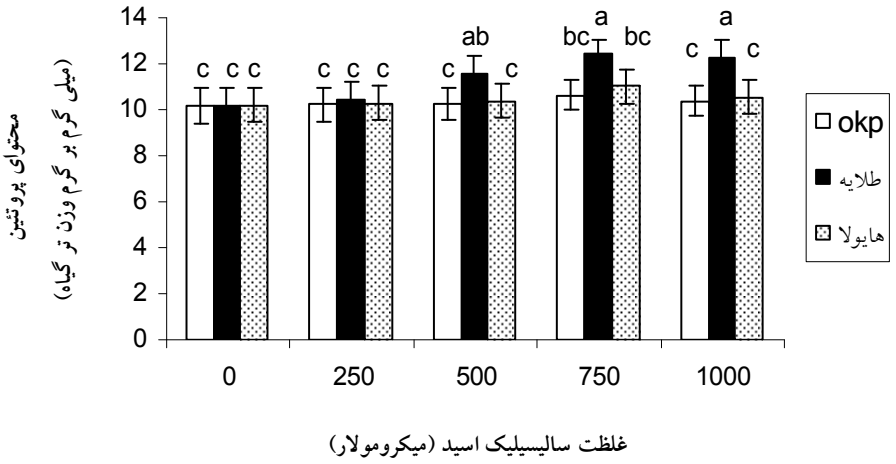
Bandurska & Stroi ski(2005) در بررسی اثر سالیسیلیک بر دو ژنوتیپ جو مشاهده کردند که در هر دو ژنوتیپ در غلظت‌های متوسط و بالای سالیسیلیک اسید محتوای پرولین افزایش یافت و این افزایش در ژنوتیپ *Hordeum spontaneum* بیش از *H. vulgare* بوده است. در بررسی ما بر روی ارقام کلزا نیز با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید تا ۷۵۰ میکرومولار محتوای پرولین افزایش نشان داد و این افزایش در رقم طلایه بیش از دو رقم دیگر می‌باشد.

Abdel-Wahed & El-Mergawi (2004) دریافتند که پاسخ به سالیسیلیک اسید به تنوع ژنوتیپ گیاه وابسته است. این مورد در پژوهش بر روی ارقام کلزا نیز مشاهده شد، به‌طوری‌که رقم طلایه در همه صفات ارزیابی شده نسبت به دو رقم هایولا و okp مقادیری بالاتر داشته است.

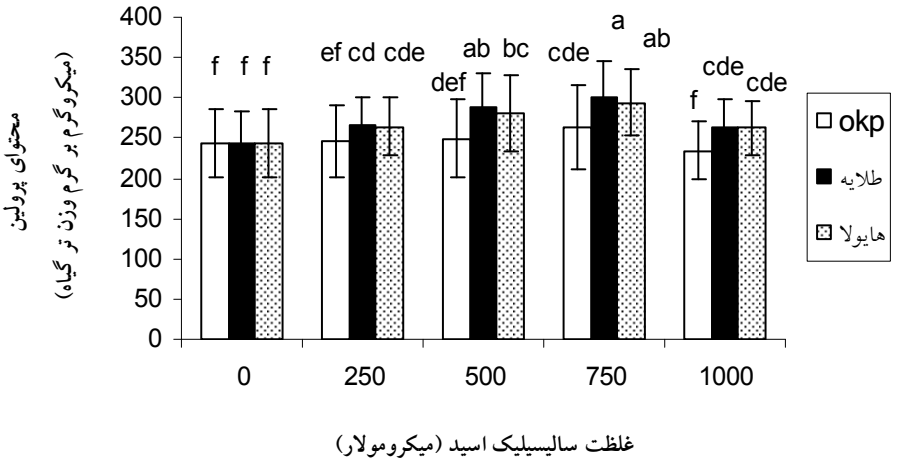
در رابطه با تمام ارقام مورد بررسی در این پژوهش، غلظت ۷۵۰ میکرومولار تأثیر بیش‌تری بر صفات مورد بررسی داشته است و از این رو می‌تواند بهترین غلظت مورد استفاده سالیسیلیک اسید بشمار بیاید. از سوی دیگر در بررسی تمام صفات تحت تأثیر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید رقم طلایه بیش‌ترین افزایش را داشته است.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱- اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بر محتوای پروتیین گیاهان سه رقم کلزا



نمودار ۲- اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بر محتوای پرولین گیاهان سه رقم کلزا

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس حاصل از تأثیر پنج غلظت سالیسیلیک اسید بر سه رقم کلزا و تعدادی از صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی (d)	میانگین مربعات (MS)								
		طول ساقه (cm)	طول ریشه (cm)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	سطح برگ (cm^2)	محتوای پروتئین (mg/gfw)	محتوای پرولین (µg/gfw)
بلوک	۳	۰/۰۱۲ns	۰/۰۰۵ns	۰/۰۰۰۰۵ns	۰/۰۰۰۲۲ns	۰/۰۰۰۱ns	۰/۰۰۰۰۱ns	۰/۱۷ns	۳/۴۵**	۲۵۰۹۹/۸۸**
فاکتور (A) غلظت	۴	۰/۴۵ **	۹۹/۹**	۰/۰۹**	۰/۰۰۰۷**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۰۲**	۴۶/۶۴**	۲/۸۹**	۳۲۷۶/۱۶**
فاکتور (B) غلظت	۲	۰/۰۴۳**	۵/۹۴**	۰/۱۱**	۰/۰۰۱۳**	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۰۴**	۹۸/۳۵**	۶/۳۳**	۳۵۳۷/۳۰**
اثر متقابل (AB) غلظت×رقم	۸	۰/۲۹**	۳/۳۷**	۰/۰۲۹**	۰/۰۰۰۶**	۰/۰۰۰۸۹**	۰/۰۰۰۰۶**	۱۴/۷**	۰/۹۲ns	۳۰۰/۹۸**
خطای آزمایش	۴۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۰۹	۰/۸۹	۰/۳۱	۷۵/۳۶
ضریب تغییرات (C.V.)	-	٪۴/۳۹	٪۲/۱۳	٪۵/۷	٪۵۳/۴	٪۲۵/۴۳	٪۵۱/۱۹	٪۲۱/۳۸	٪۵/۲۱	٪۳/۳

ns، * و** به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و۱درصد می‌باشد.

.ir

جدول ۲- تأثیر غلظت های مختلف سالیسیلیک اسید بر صفات فیزیولوژیکی مورد بررسی در سه رقم کلزا

پارامتر	رقم	غلظت سالیسیلیک اسید (میکرومولار)				
		۰	۲۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
طول ساقه (cm)	okp	۲/۰۰±۰/۰۱ef	۲/۲۰±۰/۰۱bcd	۲/۱۳±۰/۰۱cde	۱/۹۴±۰/۰۰f	۲/۲۰±۰/۰۴bcd
	طلایه	۱/۴۵±۰/۰۱g	۲/۳۱±۰/۰۰abc	۲/۳۳±۰/۰۰ab	۲/۴۶±۰/۰۱a	۱/۶۰±۰/۰۴g
	هایولا	۱/۹۴±۰/۱۱f	۱/۹۸±۰/۰۷ef	۲/۲۶±۰/۰۰bcd	۲/۳۳±۰/۱۱ab	۲/۱۰±۰/۰۴def
طول ریشه (cm)	okp	۱/۹۱±۰/۰۰i	۲/۰۳±۰/۰۸i	۲/۵۶±۰/۰۰h	۴/۰۹±۰/۰۰d	۳/۷۷±۰/۰۱e
	طلایه	۳/۵۳±۰/۰۰f	۳/۷۹±۰/۰۱e	۴/۰۰±۰/۰۹d	۶/۰۴±۰/۰۰a	۱/۹۰±۰/۰۰i
	هایولا	۲/۵۰±۰/۰۴h	۳/۲۰±۰/۰۷g	۳/۶۵±۰/۰۰ef	۴/۹۶±۰/۰۱b	۴/۵۶±۰/۰۰c
وزن تر ساقه (g)	okp	۰/۰۸±۰/۰۰gh	۰/۱۷±۰/۰۰e	۰/۱۷±۰/۰۱e	۰/۲۷±۰/۰۰c	۰/۱۵±۰/۰۰f
	طلایه	۰/۰۶±۰/۰۰ij	۰/۲۳±۰/۰۰d	۰/۴۴±۰/۰۱a	۰/۴۰±۰/۰۱b	۰/۰۷±۰/۰۱hi
	هایولا	۰/۰۵±۰/۰۰j	۰/۰۷±۰/۰۰d	۰/۰۹±۰/۰۰g	۰/۱۵±۰/۰۰f	۰/۰۹±۰/۰۰g
وزن خشک ساقه (g)	okp	۰/۰۱±۰/۰۰cd	۰/۰۱±۰/۰۰cd	۰/۰۲±۰/۰۰cd	۰/۰۲±۰/۰۰bcd	۰/۰۱±۰/۰۰cd
	طلایه	۰/۰۱±۰/۰۰d	۰/۰۴±۰/۰۰ab	۰/۰۵±۰/۰۰a	۰/۰۴±۰/۰۰ab	۰/۰۱±۰/۰۰d
	هایولا	۰/۰۳±۰/۰۲abc	۰/۰۲±۰/۰۰bcd	۰/۰۲±۰/۰۰bcd	۰/۰۳±۰/۰۰abcd	۰/۰۲±۰/۰۰bcd
وزن تر ریشه (g)	okp	۰/۰۱±۰/۰۰e	۰/۰۱±۰/۰۰e	۰/۰۱±۰/۰۰e	۰/۰۲±۰/۰۰e	۰/۰۲±۰/۰۰de
	طلایه	۰/۰۱±۰/۰۰e	۰/۰۲±۰/۰۰e	۰/۰۵±۰/۰۰b	۰/۰۸±۰/۰۱a	۰/۰۴±۰/۰۰bc
	هایولا	۰/۰۱±۰/۰۰e	۰/۰۱±۰/۰۰e	۰/۰۱±۰/۰۰e	۰/۰۳±۰/۰۰cd	۰/۰۱±۰/۰۰e
وزن خشک ریشه (g)	okp	۰/۰۰۱±۰/۰۰c	۰/۰۰۲±۰/۰۰c	۰/۰۰۳±۰/۰۰c	۰/۰۰۴±۰/۰۰bc	۰/۰۰۵±۰/۰۰bc
	طلایه	۰/۰۰۲±۰/۰۰c	۰/۰۰۳±۰/۰۰c	۰/۰۱±۰/۰۰b	۰/۰۲±۰/۰۰ab	۰/۰۲±۰/۰۰a
	هایولا	۰/۰۰۱±۰/۰۰c	۰/۰۰۲±۰/۰۰c	۰/۰۰۳±۰/۰۰c	۰/۰۱±۰/۰۰b	۰/۰۰۵±۰/۰۰bc
سطح برگ (cm^2)	okp	۱/۹۵ ±۰/۰۰e	۱/۹۵±۰/۰۰e	۱/۹۵±۰/۰۰e	۱/۹۵±۰/۰۰e	۱/۹۵±۰/۰۰e
	طلایه	۱/۹۵±۰/۰۰e	۵/۸۵±۰/۸۰c	۷/۸۰±۰/۸۰b	۱۱/۷۰±۰/۰۰a	۳/۹۰±۰/۰۰d
	هایولا	۱/۹۵±۰/۰۰e	۵/۸۵±۰/۸۰c	۷/۸۰±۰/۸۰b	۱۱/۷۰±۰/۰۰a	۳/۹۰±۰/۰۰d

www.SID.ir

منابع

مداح،م.، ف.فلاحیان، ح.صباغ‌پور، و ف.چلبیان. ۱۳۸۵. اثر سالیسیلیک اسید بر عملکرد، اجزاء عملکرد و ساختار تشریحی گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.)، مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی، ۶۲ ۷۰-۶۱

کیمبر،دی.مک.، و دی.آی.گریگور. ۱۳۷۸. کلزا. ترجمه: م. عزیزی، ا. سلطانی، س. خاوری خراسانی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

Abd El-Wahed,M.S.A., A.A.Amin, M.El-Sh. 2006. Physiological effect of some bioregulators on vegetative growth, yield and chemical constituents of yellow mays plants. World J. Agric. Sci. 2:149-155

Balestrazzia,A., M.Confalonieri, M.Odoardi, V.Ressegotti, G.Allegro, A.Tava, and D.**Carbonera.** 2004. A trypsin inhibitor cDNA from a novel source, snail medic (*Medicago scutellata* L.): cloning and functional expression in response to wounding, herbivore, jasmonic and salicylic acid. Plant Sci. 167: 337-346

Bandurska,H., and A.Stroi ski. 2005. The effect of salicylic acid on barley response to water deficit. Acta Physiol. Plant. 27: 379-386

Bates,L.S., R.P.Waldren, and I.D.Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant Soil 39: 205-207

Bradford,M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annals of Biochemistry 72: 255-260

Dat,J.F., H.Lopez-Degado, C.H.Foyer, I.M.Scott. 1998. Parallel changes in hydrogen peroxide and catalase during thermo-tolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedling. Plant Physiol. 116:1351-1357

El-Mergawi,R.A., and M.S.A.Abdel-Wahed. 2004. Diversity in salicylic acid effects on growth criteria and different indole acetic acid forms among faba bean and maize. Egypt J. Agron. 26: 49-61

Eraslan,F., A.Inal, D.J.Pilbeam. 2008. Interactive effects of salicylic acid and silicon on oxidative damage and antioxidant activity in spinach (*Spinacia oleracea* L. cv. Matador) grown under boron toxicity and salinity. Plant Growth Regul. 55: 207-219

Farmer,E.E., E.Almeras, and V.Krishna murthy. 2003. Jasmonates and related oxylipins in plant responses to pathogenesis and herbivory. Curr Opin Plant Biol. 6:372-378

Gutierrez-Coronado,M.A., C.Trejo-Lopez, and A.Karque-Saaverdra. 1998. Effect of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiol. Biochem. 36: 563

Halliwell,B. 1978. Lignin synthesis: The generation of hydrogen peroxide and superoxide by horseradish peroxide and its stimulation by manganese (II) and phenols. Planta 140:81-88

Archive of SID

www.SID.ir

Heil,M., and R.M.Bastock. 2002. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defenses, Ann. Bot. 89:503-512

Kaydan,D., M.Yagmur, and N.Okut. 2007. Effects of salicylic acid on growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). TARIM BiLiMLERi DERGiSi 13(2)114-119

Change,L.P.F., T.L.Jinn, W.K.Huany, Y.Chen, H.M.Change, and C.Wei Wang. 2007. Induction of cDNA clone from rice encoding class II small heat-shock proteins by heat stress, mechanical injury and salicylic acid. Plant Physiol. 172: 64-75

Mc Cue.P., Z.L.Zheng, J.Pinkham, and K.Shetty. 2000. A model for enhanced pea seedling vigour low pH and salicylic acid treatment. Process Biochem. 35: 603-613

Metraux,J. 2001. Systemic acquired resistance and salicylic acid: current state of knowledge. Europ. J. Plant Path. 13-18

Parsell,D.A., and S.Lindquist. 1993. The function of heat-shock proteins in stress tolerance: degradation and reactivation of damaged proteins. Ann. Rev. Genet. 27:437-496

Sakhabutdinova,A.R., D.R.Fatkhhutdinova, M.V.Bezrukova, and F.M.Shakirova. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on wheat plants. Bulg. J. Plant Physiol. Special Issue: 314-319

Shakirova,F.M., and M.V.Bezrukova. 1997. Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biol. Bull. 24:109-112

Stintzi,A., T.Heitz, V.Prasad, S.Wiedemannmer dinoglu, N.Kaufman, P.Geoffroy, M.Legrand, B.Fritig. 1993. Plant pathogenesis-related proteins and their role in defense against pathogens. Biochem. 75:687-706

Weiss,E.A. 2000. Oilseed crops. Blackwell Science Ltd

Yalpani,N., A.Enyeldi, J.Leon, and I.Raskin. 1994. Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid, pathogenesis-related proteins and virus resistance in tobacco. Planta 193:372-376

Yamasaki,H., Y.Sakihama, and N.Ikehara. 1997. Flavonoid-peroxidase reaction as a detoxification mechanism of plant cells against H_2O_2 . Plant Physiol. 115: 1405-1412

Archive of SID

www.SID.ir