

تأثیر تنش خشکی و محلول پاشی با اسید سالیسیلیک و کیتوزان بر صفات مورفولوژیک گیاه گلنگ (*Carthamus tinctorius L.*) در منطقه سیستان

ایوب امیری^۱، پرویز یداللهی ده چشمہ^۲، علیرضا سیروس مهر^۳، صدیقه اسمعیل زاده بهابادی^{۴*}

^۱ دانشآموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه زابل

^۲ عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد

^۳ استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

^۴ استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه زابل

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: esmaeilzadeh@modares.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۱۹

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی و محلول پاشی با اسید سالیسیلیک و کیتوزان بر گلنگ، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. در این آزمایش سه سطح تنش خشکی شامل آبیاری در زمان تخلیه ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد آب قابل استفاده خاک به عنوان تیمار اصلی و چهار سطح محلول پاشی شامل عدم مصرف (شاهد)، محلول پاشی اسید سالیسیلیک (۰/۴۲۴ گرم در لیتر)، محلول پاشی کیتوزان (۵ گرم در لیتر) و تلفیق اسید سالیسیلیک و کیتوزان به عنوان تیمار فرعی در نظر گرفته شد. تنش آب موجب کاهش تعداد طبق در بوته، قطر طبق، قطر ساقه، تعداد برگ، وزن دانه در بوته، وزن دانه در طبق و افزایش درصد پوکی در دانه شد. کاربرد اسید سالیسیلیک و کیتوزان موجب افزایش صفات مورفولوژیک (ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین، قطر طبق، قطر ساقه، تعداد برگ، طول ریشه و وزن گل) و اجزای عملکرد (تعداد دانه در طبق، وزن دانه در طبق، وزن دانه در بوته و درصد پوکی دانه) گردید. به نظر می‌رسد محلول پاشی اسید سالیسیلیک و کیتوزان به صورت تلفیقی را می‌توان برای توسعه کشت گلنگ و افزایش عملکرد در منطقه سیستان پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: اسید سالیسیلیک، اسپری، کم آبیاری، کیتوزان، گیاه روغنی

از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند اسید سالیسیلیک می‌تواند به عنوان یک استراتژی برای جلوگیری از اثرات مخرب تنش خشکی مؤثر بوده و زمینه سازگاری گیاه را فراهم آورد.

کیتین به عنوان یکی از فراوان ترین پلی ساکاریدهای موجود در طبیعت، زنجیره پلیمری از N-استنیل گلوکوزامین است و با پروتئین‌ها و ترکیبات آلی دیگر همراه می‌باشد (بابل و کومیوان^۷، ۲۰۰۳). این ماده آلی، ترکیب اصلی دیواهه‌های سلولی برخی از جانوران از جمله خانواده خرچنگ مانند میگو، خرچنگ، حشرات، پاتوژن‌های گیاهی و میکروارگانیسم‌ها را تشکیل می‌دهد (عرب و همکاران، ۱۳۹۱). در کشاورزی از کیتوزان برای پوشش دادن بذر، برگ و میوه (دولیگر^۸ و همکاران، ۲۰۰۴)، به عنوان کود و در کنترل آزادسازی ترکیبات شیمیایی سموم (بودیراتاناکیج^۹ و همکاران، ۲۰۰۷) و تحریک جوانه‌زنی و رشد گیاه بکار می‌رود (مهدوی و همکاران، ۱۳۹۲). در همین راستا گوان^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۹) در آزمایشی بر روی ذرت به این نتیجه رسیدند که کیتوزان در رشد و ارتفاع و عملکرد گیاهان زراعی نظیر ذرت و همچنین در فیزیولوژی و متابولیسم گیاهان مختلف، اثرات بسیار مثبتی دارد (مهدوی^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه بر این نقش مثبت کاربرد کیتوزان در کاهش تنش‌های محیطی حاصل از خشکی و خاک، تقویت قدرت حیاتی دانه، بهبود کیفیت تحمل پذیری گیاهان و افزایش محصولات کشاورزی به اثبات رسیده است (گورنیک^{۱۲} و همکاران، ۲۰۰۸؛ امیری و همکاران، ۱۳۹۲؛ مهدوی و همکاران، ۲۰۱۱؛ بونلرتنیران^{۱۳} و همکاران، ۲۰۰۷).

گلنگ یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی می‌باشد و به تولید آن در جهان توجه خاص معطوف گردیده است. روغن گلنگ فاقد کلسترول است و همچنین مقدار قابل توجهی ویتامین E دارد که موجب ثبات روغن در اثر اکسیداسیون طی دوران نگهداری می‌شود (عرب و

مقدمه

تنش خشکی و خشک‌سالی ۴۰ تا ۶۰ درصد از زمین‌های کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار داده است (سنکار^۱ و همکاران، ۲۰۰۷). ایران نیز به دلیل موقعیت مکانی از جمله ۶۰ کشور جهان است که در کمربند خشکی قرار گرفته است بنابراین تولیدات کشاورزی آن متأثر از شرایط نامطلوب کمربند خشکی و نیز متأثر از خشک‌سالی است که هر چند سال یکبار اتفاق می‌افتد (جزایری نوشابادی و رضایی، ۲۰۰۷). تأثیر منفی این تنש محیطی بر صفات فیزیولوژیک و مورفو‌لوزیک گلنگ توسط محققان بسیاری به اثبات رسیده است (طیبی^۲ و همکاران، ۲۰۱۲؛ فخری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۸؛ کوتروباس^۳ و همکاران، ۲۰۰۴؛ عرب و همکاران، ۱۳۹۱). افزایش مقاومت به تنش‌های غیر زیستی در برخی گیاهان، از طریق کاربرد خارجی ترکیبات آلی گوناگون صورت می‌گیرد. این ترکیبات می‌توانند سبب حفاظت از گیاه در برابر عوامل محیطی تنش‌زا شده و در نهایت موجب افزایش محصول شوند (مهرابیان مقدم و همکاران ۱۳۹۰). سالیسیلیک اسید یا ارتوهیدروکسی بنزوئیک یک ترکیب فنلی است که در طبیعت وجود داشته و در برخی بافت‌های گیاهی هم به فراوانی یافت می‌شود (حیات و احمد، ۲۰۰۷). این ترکیب در ۳۶ گونه گیاهی به خوبی شناخته شده ولی در برخی گیاهان مثل برنج، جو و سویا بیشترین مقدار را دارد که تقریباً یک میلی‌گرم برگرم وزن‌ترمی باشد (سودایی زاده و منصوری، ۱۳۹۳). در اکثر پژوهش‌های انجام شده، مهم‌ترین عمل اسید سالیسیلیک را پاسخ و مقاومت نسبت به برخی تنش‌ها مانند خشکی و شوری (آل-طیب^۴، ۲۰۰۵) بیان کرده‌اند و نشان داده شده است که تا حدود زیادی اسید سالیسیلیک مشکلات ناشی از این تنش‌ها را کاهش می‌دهد (رمودی و خمر، ۱۳۹۲). در همین راستا مهرابیان مقدم و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که به نظر می‌رسد در شرایط کمبود آب استفاده

⁷ Babel and Kurniawan

⁸ Devlieghere

⁹ Uthairatanakij

¹⁰ Guan

¹¹ mahdavi

¹² Gornic

¹³ Boonlertnirun

¹ Sankar

² Jazaeri Nushabadi and Rezaei

³ Tayebi

⁴ Koutroubas

⁵ Hayat and Ahmad

⁶ EL-tayeb

مواد و روش‌ها

برای مطالعه اثرات محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و کیتوزان در شرایط محدودیت آبیاری بر عملکرد گلنگ رقم گلدشت، آزمایشی به صورت اسپیلت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی واقع در چاهنیمه انجام شد. شهرستان زابل در موقعیت جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا قرار دارد. آب و هوای منطقه بر اساس طبقه‌بندی کوپن جزء اقلیم‌های خشک و بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت سنی‌رسی-لومی بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

همکاران، ۱۳۹۱). از کارتامین گلنگ در رنگ آمیزی پارچه، ابریشم و در صنایع نوشابه‌سازی استفاده می‌شود (خواجه‌پور، ۱۳۸۶). توجه به دانه‌های روغنی و حجم بالای واردات روغن در ایران از یکسو و محدودیت منابع آبی در سر راه تولید بسیاری از دانه‌های روغنی از سوی دیگر، ضرورت بررسی و ارزیابی اعمال اسید سالیسیلیک (آل-طیب، ۲۰۰۵) و کیتوزان (مهدوی و همکاران، ۲۰۱۱) به عنوان راهبردی برای کاهش اثر منفی تنفس خشکی در گیاهان روغنی را مشخص می‌کند، بنابراین این پژوهش به منظور بررسی روابط تنفس خشکی و محلول‌پاشی اسید کیتوزان و اسید سالیسیلیک بر شاخه‌های مورفولوژیک، اجزاء عملکرد و عملکرد گلنگ انجام گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک محل آزمایش

EC	pH	نیتروژن	کربن	فسفر	پتاسیم	سدیم	راس	شن	بافت خاک	
dS/m				درصد	میلی‌گرم در کیلوگرم	درصد				
۱/۴۶	۸/۴	۰/۰۵	۰/۴۷	۹/۲	۱۱۵	۳۸/۷	۲۷	۳۲	۴۱	لومی سنی

روبوت‌سنچ (TDR) استفاده شد. اولین و دومین محلول‌پاشی با کیتوزان به ترتیب در ۶۳ و ۷۰ روز پس از کاشت انجام شد و در مورد اسید سالیسیلیک در ۶۵ و ۷۲ روز پس از کاشت (شروع گلدهی و گلدهی کامل) صورت پذیرفت. محلول‌پاشی‌ها در ساعت ۴ بعداز ظهر و در هوای صاف و ملایم اعمال شد، طوری که برگ‌های گیاه کاملاً خیس شدند. برداشت نهایی در تاریخ ۳۰ خردادماه ۱۳۹۲ بعد از حذف اثر حاشیه، از هر کرت پنج گیاه برداشت شده و جهت اندازه‌گیری ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین، درصد پوکی دانه، طول ریشه، تعداد طبق در بوته، قطر طبق، قطر ساقه، وزن دانه در طبق، وزن دانه در بوته، تعداد دانه در طبق، تعداد برگ و وزن گل مورد استفاده قرار گرفت. به منظور تعیین روابط بین صفات ضرایب همبستگی ساده بین صفات استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

تیمارهای آزمایشی شامل ۳ سطح تنفس خشکی شامل: (A1) آبیاری در ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه (تنفس شدید)، (A2) آبیاری در ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه (تنفس متوسط)، (A3) آبیاری در ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه (شاهد) به عنوان عامل اصلی و سطوح محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (۰/۴۲۴ گرم در لیتر)، کیتوزان (۵ گرم در لیتر) و کاربرد توأم آن‌ها به عنوان عامل فرعی بودند. عملیات کاشت در تاریخ ۳۰ آذر ۱۳۹۱ و پس از آمده‌سازی کرت‌های به طول ۴/۵ متر و عرض ۲/۵ متر و با فاصله ردیف ۳۵ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر انجام گرفت. اولین آبیاری برای تمام تیمارها بلا فاصله بعد از کاشت اعمال گردید. پس از استقرار کامل بوته‌ها و یک ماه بعد از کاشت اقدام به اعمال تیمارهای تنفس کم‌آبیاری گردید. برای اعمال تیمارهای عدم تنفس و تنفس از دستگاه

(گلدهی) می‌تواند در کاهش اندازه طبق‌ها و تولید دانه مؤثر باشد.

تأثیر مثبت کودهای اسید سالیسیلیک (عزیزی ارانی و همکاران، ۱۳۹۰) و کیتوزان (مهدوی و همکاران، ۲۰۱۱) بر صفات مورفولوژیک گیاهان به اثبات رسیده است. در مطالعه حاضر نیز کاربرد تلفیقی محلول پاشی کیتوزان و اسید سالیسیلیک بیشترین قطر طبق و قطر ساقه را به ترتیب با میانگین $3/22$ و $1/13$ سانتی‌متر به خود اختصاص داده و موجب افزایش $14/90$ و $17/69$ درصدی در صفات فوق نسبت به شاهد گردید (جدول^۳). تغذیه جدگانه کیتوزان و اسید سالیسیلیک به ترتیب با میانگین $2/98$ و $2/92$ عدد از نظر افزایش قطر طبق در بوته در رده‌های بعدی قرار گرفتند (جدول^۳). با توجه به نقش مثبت کیتوزان و اسید سالیسیلیک در عملکرد گیاه در این آزمایش، افزایش قطر طبق به عنوان یکی عوامل مؤثر بر عملکرد قابل توجیه می‌باشد. شایان ذکر است افزایش تحریک‌کنندگی رشد و تولید عملکرد با کاربرد کیتوزان (امیری و همکاران، ۱۳۹۲؛ مندال^۴ و همکاران، ۲۰۱۲) و اسید سالیسیلیک (عزیزی ارانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ سناراتنا^۵ و همکاران، ۲۰۰۰) توسط محققان به اثبات رسیده است.

تنفس خشکی بر تعداد برگ تأثیر معنی‌داری $p<0.05$ داشت (جدول^۲). آبیاری کامل ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه (بدون تنفس) با میانگین $80/93$ بیشترین تعداد برگ و آبیاری 25 درصد ظرفیت مزرعه در زمان گلدهی کمترین صفت مذکور ($65/13$) را برخوردار بود (جدول^۳). تنفس خشکی به واسطه زرد شدن و ریزش زودهنگام برگ‌های پایین کانوپی گیاه، موجب کاهش شاخص سطح برگ در کانوپی گلرنگ می‌گردد (بهدانی و موسوی‌فر^۶، ۲۰۱۱).

در مطالعه روی گیاهان دیگر مشخص شده است که تنفس خشکی، شاخص سطح برگ را به دلیل کاهش اندازه و تولید برگ‌های جدید و افزایش ریزش آن‌ها کاهش می‌دهد و چنین نتیجه‌گیری شده است که تولید و گسترش برگ به تنفس کم‌آبی خیلی حساس می‌باشند و

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک (ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین، قطر طبق، قطر ساقه، تعداد برگ، طول ریشه و وزن گل) محلول پاشی اسید سالیسیلیک و کیتوزان بر ارتفاع اولین شاخه از سطح زمین در اثر محلول پاشی کود آلی رخ داد، به طوری که تغذیه تلفیقی محلول پاشی کیتوزان و اسید سالیسیلیک با میانگین $22/87$ سانتی‌متر موجب افزایش $15/58$ درصدی در صفت گفته شده نسبت به شاهد گردید (جدول^۳). افزایش تعداد انشعابات در اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک در بنفسه آفریقا (مارتین مکس^۱ و همکاران، ۲۰۰۵) و ذرت (مهرابیان مقدم و همکاران، ۱۳۹۰) گزارش شده است. اسید سالیسیلیک به وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد و تکامل گیاه ایفا می‌کند و همچنین باعث القاء تغییراتی در آنatomی برگ و ساختمان کلروپلاست برگ می‌شود (پوپوا^۲ (پوپوا^۳ و همکاران، ۲۰۰۹). از سوی دیگر گوان و همکاران همکاران (۲۰۰۹)^۴ در آزمایشی که بر روی ذرت به این نتیجه رسیدند که کیتوزان در رشد و ارتفاع و عملکرد گیاهان زراعی نظیر ذرت و همچنین در فیزیولوژی و متابولیسم گیاهان مختلف اثرات بسیار مثبتی دارد.

قطر طبق و قطر ساقه نیز تحت تأثیر عامل تنفس خشکی به طور معنی‌داری ($p<0.01$) قرار گرفتند (جدول^۲). تنفس خشکی شدید (25 درصد ظرفیت زراعی) موجب کاهش $28/23$ و 35 درصدی به ترتیب در قطر طبق و قطر ساقه گردید (جدول^۳). به نظر می‌رسد تأمین آب کافی برای گلرنگ در مرحله پر شدن دانه از اهمیت ویژه‌ای در افزایش قطر طبق و تولید عملکرد نهایی گیاه دارد، پس بروز تنفس خشکی در این مرحله و یا قبل از آن

⁴ Mondal

⁵ Senaratna

⁶ Behdani and Mousavifar

¹ Martin-Mex

² Popova

³ Guan

جدول ۲- تجزیه واریانس ارتفاع اولین شاخه از زمین، تعداد طبق، قطر ساقه و تعداد برگ گلرنگ تحت تأثیر محلولپاشی و شرایط تنش خشکی

میانگین مربعات						
تعداد برگ	قطر ساقه	قطر طبق	تعداد طبق	ارتفاع اولین شاخه از زمین	درجه آزادی	منابع تغییرات
۲۰/۷۳	۰/۰۹۳	۰/۰۸۶	۸/۷۶	۳/۱۲	۲	تکرار
۷۸۶/۱۳*	۰/۵۶۵**	۲/۸۰۶*	۴۰۸/۶۷**	۱۸/۶۷ ns	۲	تنش خشکی
۷۲/۰۷	۰/۰۱۴	۰/۱۵۸	۴/۱۹	۲۱/۷۴	۴	خطای a
۴۶۰/۲۲**	۰/۰۶۰*	۰/۳۵۹*	۱۱/۷۲ ns	۳۰/۰۷*	۳	محلولپاشی
۱۰۰/۵۱ ns	۰/۰۳۵ ns	۰/۰۲۹ ns	۴/۸۲ ns	۱/۰۷ ns	۶	محلولپاشی × تنش خشکی
۶۰/۳۴	۰/۰۱۴	۰/۱۱۰	۵/۰۱	۷/۴۶	۱۸	خطای b
۱۰/۴۹	۱۱/۴۶	۱۱/۱۷	۱۱/۵۸	۱۲/۷۸	ضریب تغییرات (درصد)	

*، ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و عدم معنی داری

جدول ۳- مقایسه میانگین ارتفاع اولین شاخه از زمین، تعداد طبق، قطر ساقه و تعداد برگ گلرنگ تحت تأثیر محلولپاشی و شرایط تنش خشکی

تعداد برگ	قطر ساقه (سانسی مترا)	قطر طبق (سانسی مترا)	تعداد طبق	ارتفاع اولین شاخه از زمین	تیمارها
تنش خشکی					
۸۰/۹۳ a	۱/۲۰ a	۳/۴۰ a	۲۴/۸۶ a	۲۲/۲۸ a	آبیاری کامل ۷۵ درصد (Fc)
۷۶/۰۸ a	۱/۱۱ a	۳/۰۵ a	۱۹/۰۳ b	۲۱/۸۶ a	آبیاری ۵۰ درصد (Fc)
۶۵/۱۳ b	۰/۷۸ b	۲/۴۴ b	۱۳/۲۳ c	۱۹/۹۴ a	آبیاری ۲۵ درصد (Fc)
محلولپاشی					
۶۴/۸۸ c	۰/۹۳ b	۲/۷۴ b	۱۷/۶۴ b	۲۰/۱۵۱ ab	شاهد
۷۳/۸۵ b	۰/۰۱ b	۲/۹۸ ab	۲۰/۵۳ a	۱۹/۸۷ b	کیتوزان
۷۵/۱۴ ab	۱/۰۴ ab	۲/۹۲ ab	۱۸/۰۲ b	۲۱/۵۸ ab	اسید سالیسیلیک
۸۲/۳۱ a	۱/۱۳ a	۳/۲۲ a	۱۹/۹۷ a	۲۳/۸۷ a	کیتوزان × اسید سالیسیلیک

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن می باشد.

توسط هانگ و ایوانس^۳ (۱۹۸۵) و عرب و همکاران (۱۳۹۱) نیز گزارش شده است.

تعداد برگ تحت تأثیر محلولپاشی ($p < 0.01$) قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین صفت مذکور در تغذیه

بنابراین در اثر تنش کمبود آب شاخص سطح برگ کاهش می یابد (بیتس^۱ و همکاران، ۱۹۷۳). این نتایج

² Hang and Evans

¹ Bates

(۱۳۸۸) انجام شد اعلام گردید که تنش در مرحله گلدهی در گلنگ موجب کاهش معنی دار تعداد طبق در بوته می شود که این افت بیشتر ناشی از کاهش طبقه ای ثانویه بود.

نتایج تجزیه واریانس داده ها حاکی از تأثیر بسیار معنی داری کم آبیاری در وزن هزار دانه ($p < 0.01$)^۴ می باشد (جدول ۴). در بین تیمارهای تنش خشکی، تنش متوسط (۵۰ درصد ظرفیت مزرعه) و تنش شدید (۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) در زمان گلدهی به ترتیب با میانگین های $49/68$ و $42/09$ گرم و $15/27$ درصد اختلاف، بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را دارا بودند (جدول ۵). تنش خشکی در زمان پر شدن غلاف باعث کاهش طول مدت این دوره و در نتیجه کوچک شدن دانه ها خواهد شد و دلیل کاهش وزن هزار دانه کاهش میزان فتوستنتز است و کاهش انتقال مواد به دانه ها که از مهم ترین دلایل آن کاهش دوره پر شدن دانه، کاهش میزان رنگیزه و آنزیم های فتوستنتزی به ویژه روبیسکو می باشد (سینگ^۴ و همکاران، ۱۹۹۵). تنش خشکی در مرحله گلدهی موجب عدم رشد دانه در طبق و کاهش دانه های تشکیل یافته می شود و همچنین اثر تنش خشکی در مرحله بالقوه بسته به وزن هزار دانه می باشد که این عملکرد تجمع مواد فتوستنتزی در دانه ها می باشد (کوچکی و سرمندی، ۱۳۸۲).

تنش خشکی و محلول پاشی اسید سالیسیلیک و کیتوزان بر تعداد دانه در طبق تأثیر بسیار معنی داری داشتند (جدول ۴). به طوری که در تنش شدید با میانگین $26/812$ عدد، کاهش 40 درصدی آن در مقایسه با عدم تنش (جدول ۵) مشاهده شد. امیری و همکاران، (۱۳۹۲) گزارش کردند کم آبیاری گلنگ در مرحله گلدهی و قبل از آن موجب کاهش تعداد دانه در طبق می شود و هر چه زمان اعمال تنش به مرحله گلدهی نزدیک تر باشد اثر بیشتری بر تعداد دانه خواهد گذاشت. کاهش تعداد دانه در طبق در اثر تنش خشکی می تواند به علت کاهش اسمیلات ها به واسطه کاهش سطح برگ گیاه و فتوستنتز در مرحله پر شدن دانه باشد (عرب و همکاران، ۱۳۹۱). علاوه بر این توکلی زینلی

تلفیقی محلول پاشی کیتوزان و اسید سالیسیلیک و کمترین آن با $21/17$ درصد کاهش در تیمار شاهد رخ داد (جدول ۳). بالجانی و شکاری (۱۳۹۱) در گلنگ و عزیزی ارانی و همکاران، ۱۳۹۰ در خیار و حیات^۱ و همکاران (۲۰۰۵) در گندم افزایش تعداد برگ در اثر محلول پاشی سالیسیلیک اسید را گزارش کرده بودند. به نظر می رسد اسید سالیسیلیک با افزایش تقسیم سلول در مریستم انتهایی باعث افزایش در طول ریشه و ساقه و وزن خشک و تر گیاه می شود (هانگ و ویلانوا^۲، ۱۹۹۲). طول ریشه تحت تأثیر محلول پاشی ($p < 0.01$) به طور معنی داری قرار گرفت (جدول ۴). بررسی جدول ۵ نشان می دهد تیمارهای اسید سالیسیلیک و محلول پاشی توأم کیتوزان و اسید سالیسیلیک با میانگین $23/55$ سانتی متر، بیشترین طول ریشه را به خود اختصاص داده و در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵).

به نظر می رسد کاربرد اسید سالیسیلیک منجر به افزایش سطوح تقسیم سلولی در ناحیه مریستم انتهایی ریشه و سرانجام افزایش در رشد گیاه گردیده است (سینگ و یوشما^۳، ۲۰۰۳). در همین چهارچوب گزارش های مبنی بر نقش مثبت اسید سالیسیلیک در خیار (عزیزی ارانی و همکاران، ۱۳۹۰) و کیتوزان در گلنگ (مهدوی و همکاران، ۲۰۱۱) به دست آمده است. اجزاء عملکرد (تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن دانه در طبق، وزن دانه در بوته و درصد پوکی دانه) تعداد طبق در بوته تحت تأثیر تنش خشکی (۰.۰۱) به طور معنی داری قرار گرفت (جدول ۴).

افزایش دور آبیاری و آبیاری در 25 درصد ظرفیت زراعی باعث کاهش $46/78$ درصدی در تعداد طبق در بوته نسبت به عدم تنش (75 درصد ظرفیت زراعی) گردید (جدول ۵). به نظر می رسد بروز تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ و ریزش آن ها منجر به کاهش منبع فتوستنتزی گیاه و افت فعالیت آنزیم های مؤثر و کاهش اندام زایشی می گردد (مظاہری لقب و همکاران، ۱۳۸۰). در تحقیقی که توسط فرخی نیا و همکاران

¹ Hayat

² Huang and Villanueva

³ Singh and Usha

محلول پاشی اسید سالیسیلیک و کیتوزان باعث افزایش تعداد دانه در طبق شد. بیشترین تعداد دانه در طبق در محلول پاشی تؤام کیتوزان (۵ گرم در لیتر) و اسید سالیسیلیک (۰/۴۲۴ گرم در لیتر) با افزایش

(۱۳۸۱) گزارش کرد عدم آبیاری گلنگ در مرحله گلدهی و قبل از آن موجب کاهش تعداد دانه در طبق می‌شود و هر چه زمان اعمال تنش به مرحله گلدهی نزدیک‌تر باشد اثر بیشتری بر تعداد دانه خواهد گذاشت.

جدول ۴- تجزیه واریانس درصد پوکی دانه، وزن برگ، وزن دانه در بوته و طول ریشه گلنگ تحت تأثیر محلول پاشی و شرایط تنش خشکی

میانگین مربعات							منابع تغییرات درصد
طول ریشه	وزن دانه در بوته	وزن دانه در طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	درصد پوکی دانه	درجه آزادی	
۲۹/۵۶	۵/۳۵۵	۰/۲۸	۱۸۵/۶۱	۱۲/۰۲	۰/۱۹۴	۲	تکرار
۷۲/۰۷ ns	۱۲/۰۶۴**	۴/۲۹*	۱۰۳۴/۰۳*	۲۰۵/۷۲**	۱۱/۶۹*	۲	تنش خشکی
۴۱/۳۷	۰/۳۹۴	۰/۳۳	۱۳۸/۶۲	۶/۷۳	۱/۵۲	۴	خطای a
۳۷/۱۰*	۳/۶۱۲**	۰/۶۱*	۲۱۹/۳۹**	۲۹/۳۹ ns	۵/۸۱*	۳	محلول پاشی
۵/۶۲ ns	۰/۹۲۱ ns	۰/۱۷ ns	۴۰/۴۸ ns	۳۶/۰۰ ns	۵/۱۷*	۶	محلول پاشی × تنش
۸/۱۹	۰/۳۱۸	۰/۱۶	۴۰/۹۱	۲۹/۱۳	۱/۴۱	۱۸	خطای b
۱۳/۰۲	۱۴/۶۹	۲۳/۵۷	۱۷/۰۸	۱۱/۵۲	۱۷/۱۴	ضریب تغییرات (درصد)	

ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و عدم معنی‌داری **، *

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد پوکی دانه، وزن برگ، وزن دانه در بوته و طول ریشه گلنگ تحت تأثیر محلول پاشی و شرایط تنش خشکی

تیمارها	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در طبق	وزن دانه در بوته (گرم)	طول ریشه (سانتی‌متر)
تنش خشکی				
آبیاری کامل ۷۵ درصد (Fc)	۴۸/۷۴ a	۴۴/۰۰ a	۵/۳۷ a	۲۳/۹۶ a
آبیاری ۵۰ درصد (Fc)	۴۹/۶۸ a	۴۱/۴۰ a	۴/۰۴ b	۲۲/۷۳ a
آبیاری ۲۵ درصد (Fc)	۴۲/۰۹ b	۲۶/۸۰ b	۳/۴۰ b	۱۹/۲۴ a
محلول پاشی				
شاهد	۴۴/۶۵ a	۳۰/۲۰ b	۳/۶۶ b	۱۹/۳۰ b
کیتوزان	۴۸/۶۳ a	۴۰/۶۰ a	۱/۷۳ a	۲۱/۵۱ ab
اسید سالیسیلیک	۴۶/۱۰ a	۳۷/۹۰ a	۱/۸۴ a	۲۳/۵۵ a
کیتوزان × اسید سالیسیلیک	۴۷/۹۶ a	۴۰/۸۰ a	۱/۹۷ a	۲۳/۵۵ a

حرروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

همکاران، ۱۳۹۱) نتیجه حاضر قابل توجیه است. در همین چهارچوب افزایش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در گلرنگ (گوان^۴ و همکاران، ۲۰۰۹؛ شیخا و الملکی، ۲۰۱۱) در کاربرد کیتووزان و نقش مثبت اسید سالیسیلیک بر وزن تر و خشک گیاه سویا (مارتین مکس و همکاران، ۲۰۰۵) به اثبات رسیده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد درصد پوکی دانه تحت تأثیر تنفس، محلول پاشی و اثرات متقابل آن‌ها (p<۰/۰۵) قرار گرفت (جدول ۴).

کمترین پوکی دانه با میانگین ۵ درصد در تیمار ترکیبی آبیاری کامل (۷۵ درصد ظرفیت زراعی) و کاربرد اسید سالیسیلیک و بیشترین آن با ۵۰ درصد کاهش در تنفس خشکی شدید (۲۵ درصد ظرفیت زراعی) توأم با عدم کاربرد کود به دست آمد (شکل ۱).

فرخی‌نیا و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که تنفس خشکی در مرحله گلدهی، موجب از دست دادن آب در دانه گرده شده و درصد تلقیح را کاهش می‌دهد و در طول پر شدن دانه، به دلیل عدم تأمین مواد پرورده کافی، درصد دانه‌های عقیم شده در طبق افزایش و یا تعداد دانه در طبق کاهش می‌بابد. همچنین اولک^۵ و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند خشکی در مرحله گلدهی موجب خشک شدن دانه گرده و افت میزان تلقیح می‌شود و در نتیجه درصد دانه‌های پوک در طبق افزایش می‌بابد. از سوی دیگر ایجاد تحمل به تنفس خشکی در گیاهان از راه تیمار با اسید سالیسیلیک (مهرابیان مقدم و همکاران ۱۳۹۰) و کیتووزان (مهدوی و همکاران، ۲۰۱۱) در کشاورزی امکان‌پذیر می‌باشد. اسید سالیسیلیک با اثر بر روی آنزیم‌های آنتی‌اسیدان مانند کاتالاز، سوپراکسید دسموتاز، پراکسیدازها و متابولیت‌هایی مانند اسکوربیک اسید و گلوتاتیون اثرات ناشی از تنفس‌های خشکی را کاهش می‌دهد (لی^۶ و همکاران، ۱۹۹۸).

۲۵/۷۹ درصدی نسبت به تیمار شاهد بود (جدول ۵). پیش از این افزایش اجزا عملکرد با کاربرد اسید سالیسیلیک (شکاری و همکاران، ۱۳۸۸) و تعداد دانه در طبق توسط کیتووزان (گوان^۱ و همکاران، ۲۰۰۹؛ شیخا و الملکی^۲، ۲۰۱۱) گزارش شده است.

وزن دانه در طبق (p<۰/۰۵) و بوته (p<۰/۰۱) تحت تأثیر تنفس خشکی و محلول پاشی کیتووزان و اسید سالیسیلیک قرار گرفت (جدول ۴). تأخیر در آبیاری تا ۲۵ درصد ظرفیت زراعی باعث کاهش ۴۶/۱۵ و ۴۶/۱۵ درصدی به ترتیب در وزن دانه در طبق و وزن دانه در بوته نسبت به شاهد گردید (جدول ۵). نتیجه به دست آمده در کاهش وزن دانه احتمالاً به دلیل کاهش تعداد دانه در طبق و تعداد طبق در بوته در آزمایش حاضر در اثر تنفس خشکی می‌باشد. طبیعی و همکاران (۲۰۱۲)، بهداشتی و جامی‌الاحمدی (۱۳۸۹) و کاهش تعداد دانه در طبق و تعداد طبق در بوته را گزارش کردند. کوچکی و سرمندیا (۱۳۸۲) گزارش کردند ماده خشک ذخیره شده در بذر عمدها نتیجه فتوسنتر انجام شده می‌باشد، بنابراین در اثر تنفس خشکی تعداد سلول‌های بنیادی کاهش می‌یابد و تعداد دانه در طبق و در نتیجه وزن دانه کمتری تولید می‌گردد.

در مطالعه حاضر محلول پاشی موجب افزایش وزن دانه در طبق گردید (جدول ۵). گرچه کاربرد جداگانه کیتووزان و اسید سالیسیلیک و تغذیه تلفیقی گیاهان از لحاظ آماری در یک گروه آماری قرار گرفتند، اما محلول پاشی توأم کیتووزان و اسید سالیسیلیک با میانگین ۱/۹۷ عدد و افزایش ۳۰/۹۶ درصدی صفت مذکور نسبت به شاهد را نشان داد (جدول ۵). تغییرات وزن دانه در بوته روندی مشابه با وزن دانه در طبق را نشان داد، بهطوری که تغذیه تلفیقی گیاهان با میانگین ۵/۱۶ عدد و افزایش ۲۹/۰۶ درصدی بیشترین صفت یاد شده را به خود اختصاص داد (جدول ۵). با توجه به نقش سالیسیلیک اسید به عنوان یک فنل طبیعی تنظیم کنند رشد (سخابوتینوا^۳ و همکاران، ۲۰۰۳)؛ و کیتووزان در کنترل آزادسازی ترکیبات شیمیایی سموم و تحریک جوانه‌زنی (عرب و

⁴Guan

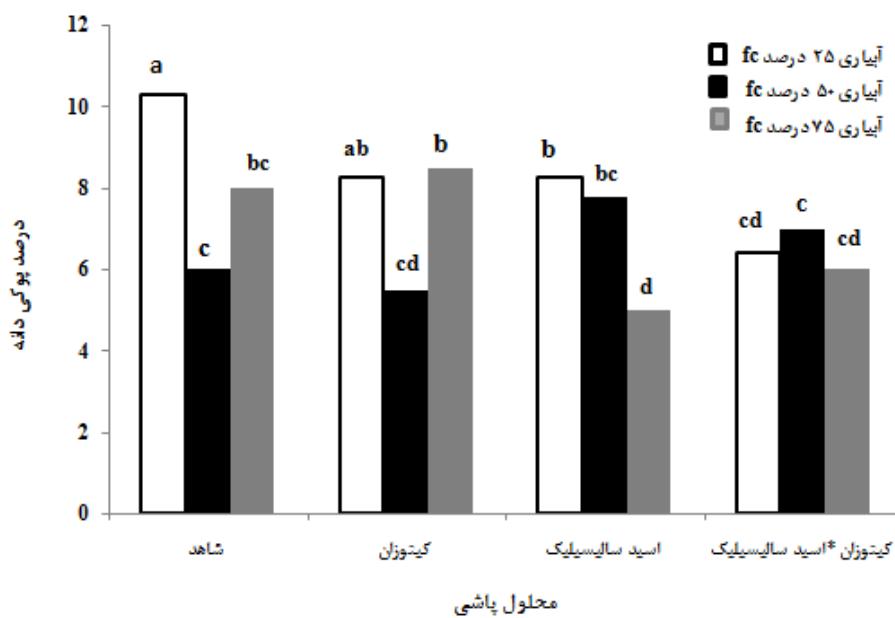
⁵Oelke

⁶Li

¹Guan

²Sheikha and AL-Malki

³Sakhabutdinova



شکل ۱- برهمنکنش تنش و محلول پاشی کیتوزان و اسید سالیسیلیک بر درصد پوکی دانه. حروف مشابه نشانگ عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

صفات همبستگی منفی داشت، کلیه صفات دیگر دارای همبستگی مثبت و معنی دار با یکدیگر بودند. به نظر می‌رسد نقش مثبت صفات زراعی و مورفوژوئیک همانند قطر ساقه و طبق، تعداد برگ، طول ریشه و وزن دانه در بوته و طبق در افزایش اجزاء عملکرد سبب ایجاد همبستگی مثبت بین این صفات شده است. بالاتر بودن ارتفاع اولین شاخه و طبق بندی در گلنگ ضمن اینکه برداشت مکانیزه را بهبود می‌بخشد، با افزایش طول ساقه به عنوان مخزن موقت ذخیره مواد کربوهیدراتی غیر ساختاری، امکان انتقال مقدار بیشتری از کربوهیدرات‌ها را به‌ویژه در شرایط تنفس خشکی به دانه‌ها در طول دوره پر شدن فراهم می‌سازد (لطفى و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج به دست آمده با نتایج محققان دیگر بر روی ژنوتیپ‌های مختلف گلنگ (لطفى و همکاران، ۱۳۹۱، باغخانی و فرحبخش، ۱۳۸۷، براتولین^۱، ۱۹۹۳) مطابقت دارد.

(کاظمى و همکاران، ۱۳۹۲) مقاومت گیاه را در برابر شرایط نامساعد محیطی و تنفس‌ها افزایش داده و صدمات ناشی از آن‌ها را کاهش می‌دهد.

همبستگی بین صفات

نتایج همبستگی ساده بین صفات در جدول ۶ آورده شده است. در این جدول همبستگی وزن هزار دانه با تمام صفات مورد بررسی به جزء درصد پوکی در سطح ۱ درصد معنی دار بود. در این بین قطر ساقه ($r=0/764^{***}$ ، وزن $r=0/705^{**}$ و تعداد برگ $r=0/753^{**}$) بیشترین همبستگی را با وزن هزار دانه داشتند. با توجه به آنکه دانه حاصل فعالیت فتوسنترزی اندام‌های چون شاخ و برگ است، همبستگی قوی بین وزن هزار دانه و تعداد برگ دور از انتظار نیست و نشان می‌دهد که برای داشتن عملکرد زیاد به گیاهانی با رشد سبزینه‌ای خوب و قدرت رویشی مناسب احتیاج است (حمزه حسینیان و مجذون حسینی، ۱۳۹۳). با توجه به جدول ۶ مشاهده می‌شود که تعداد دانه در بوته نیز همانند وزن هزار دانه به جزء درصد پوکی ($r=0/491^{***}$ ، با تمام صفات مورد بررسی همبستگی مثبت داشت، در این بین همبستگی این صفت با وزن دانه در بوته ($r=0/895^{***}$) بسیار قوی است. بهطور کلی در مطالعه پیش روی به جزء درصد پوکی که با تمام

^۱ Bratulin

امیری و همکاران: تأثیر تنفس خشکی و محلول پاشی با اسید سالیسیلیک و کیتوزان بر صفات...

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات ارزیابی شده

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱- قطر طبق	۱										
۲- قطر ساقه	۰/۶۷۲**	۱									
۳- درصد پوکی دانه	-۰/۵۰۴**	-۰/۵۴۵**	۱								
۴- ارتقای اولین شاخه از سطح زمین	۰/۴۷۱**	۰/۳۳۷	-۰/۴۷۳**	۱							
۵- وزن دانه در بوته	۰/۷۸۷**	۰/۷۷۵**	-۰/۴۴۴**	۰/۴۱۶*	۱						
۶- طول ریشه	۰/۲۶۹	۰/۴۰۰*	-۰/۳۳۴	۰/۲۶۹	۰/۵۶۰**	۱					
۷- وزن دانه در طبق	۰/۶۹۰**	۰/۷۳۵**	-۰/۴۵۶**	۰/۳۵۰*	۰/۹۲۴**	۰/۵۲۵**	۱				
۸- تعداد طبق	۰/۷۷۱**	۰/۶۸۶**	-۰/۳۹۸*	۰/۳۷۸*	۰/۸۵۸**	۰/۴۹۲**	۰/۶۳۱**	۱			
۹- تعداد برگ	۰/۶۴۱**	۰/۵۶۹**	-۰/۵۰۴*	۰/۴۸۴**	۰/۷۴۲**	۰/۵۱۲**	۰/۶۸۹**	۰/۶۴۲**	۱		
۱۰- تعداد دانه در طبق	۰/۶۵۵**	۰/۶۵۸**	-۰/۴۹۱**	۰/۳۶۴*	۰/۸۹۵**	۰/۵۱۴**	۰/۹۵۷**	۰/۶۲۶**	۰/۶۹۸**	۱	
۱۱- وزن هزار دانه	۰/۶۴۰**	۰/۷۶۴**	-۰/۴۷۶**	۰/۴۵۱**	۰/۷۵۳**	۰/۵۹۹**	۰/۶۹۹**	۰/۶۵۴**	۰/۷۰۵**	۰/۶۴۲**	۱

، ** و NS به ترتیب معنی دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد و عدم معنی دار

در شرایط تنفس خشکی به دلیل بهبود ساختار فیزیکی،
شیمیایی و بیولوژیکی خاک و حفظ ذخیره آب، کاسته و
افزایش درآمد زارعین را به همراه دارد. بدیهی است که در
این ارتباط بهبود صفات گیاهی تحت تأثیر کودهای آلی
به صورت تلفیقی متصور است.

نتیجه‌گیری
صرف اسید سالیسیلیک و کیتوزان به صورت محلول پاشی
با تأثیر بر برخی صفات گلنگ علاوه بر بهینه‌سازی میزان
صرف کود آلی از بروز عوارض منفی ناشی از صرف زیاد
کودهای شیمیایی جلوگیری می‌کند و از هزینه‌های تولید

منابع

امیری، ا.، اسماعیل زاده مهابادی، ص. و سیروس مهر، ع.ر. ۱۳۹۲. تأثیر محلول پاشی کیتوزان بر عملکرد و اجزای عملکرد گلنگ در شرایط تنفس خشکی، همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط‌زیست و منابع طبیعی پایدار، دانشگاه شهید مفتح همدان، ۲۲۸-۲۲۵.

باغخانی، ف. و فرجبخش، ح. ۱۳۸۷. اثرات تنفس خشکی بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی سه رقم گلنگ بهاره. پژوهش کشاورزی، آب، خاک و گیاه در کشاورزی، ۸(۲): ۵۷-۴۵.

بالجاني، ر. و شکاري، ف. ۱۳۹۱. تأثیر پیش تیمار با سالیسیلیک بر روابط شاخص‌های رشد و عملکرد در گیاه گلنگ. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۲(۱): ۷۰-۱.

- بهدانی، م.ع. و جامی‌الاحمدی، م. ۱۳۸۹. عکس‌العمل ارقام گلرنگ بهاره به فواصل مختلف آبیاری در شرایط بی‌رجند. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۸(۲): ۳۱۵-۳۲۳.
- توكلی زینلی، ا. ۱۳۸۱. مطالعه از برش‌های آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و روغن و اجزای آن در گلرنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- حسینیان، س.ح. و مجnoon حسینی، ن. ۱۳۹۳. تجزیه ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و اجزاء آن در ژنتیپ‌های لوبيا چشم بلبلی در شرایط نرمال و تنفس خشکی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۵(۴): ۵۷۵-۵۸۳.
- خواجه پور، م.ر. ۱۳۸۶. تولید نباتات صنعتی. جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، ۵۸۰ صفحه.
- رمودی، م. و خمر، ع.ر. ۱۳۹۲. اثرات متقابل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و تیمارهای مختلف آبیاری بر برخی ویژگی‌های کمی، کیفی و تنظیم‌کننده‌های اسمزی ریحان، نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهان، ۱۱(۱): ۳۲-۱۹.
- سودایی زاده، ح. و منصوری، ف. ۱۳۹۳. اثر تنفس خشکی بر ماده خشک، غلظت عناصر غذایی و قندهای محلول گیاه دارویی مریم گلی لوله‌ای (*Salvia macrosiphon* Boiss)، فصلنامه خشک بوم، ۴(۱): ۹-۱.
- عرب، ص.، برادران فیروزآبادی، م.، اصغری، ح.ر.، غلامی، ا. و رحیمی، م. ۱۳۹۱. بررسی اثرات تنفس خشکی بر عملکرد و برخی صفات گلرنگ بهاره تحت تأثیر محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید و اسید‌اسکوربیک. ۱۳۹۱. اولین همایش ملی تنفس‌های گیاهی (غیر زیستی). دانشگاه اصفهان، ۱۱-۱۰ آبان.
- عزیزی ارانی، م.، بیات، ح. و مردانی کرانی، ح. ۱۳۹۰. تأثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفو‌لولوژیک و فیزیولوژیک در نهال‌های خیار تحت شرایط تنفس خشک، علوم باگبانی، ۲۵(۳): ۳۲۰-۳۲۶.
- فتحی، ق.ا. و اسماعیل‌پور، ب. ۱۳۷۹. مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی (اصول و کاربرد). تألیف. آر. ان. ارتکا. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۱: ۲۸۸ صفحه.
- فرخی‌نیا، م.، رشدی، م.، پاسبان اسلام، ب. و ساسان دوست، ر. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تنفس خشکی بر عملکرد دانه و برخی صفات رویشی گلرنگ بهاره. مجله پژوهش در علوم زراعی، ۲(۵): ۱۱-۱.
- کاظمی، ن.، خاوری نژاد، ر.، فهیمی، ح.، سعادتمدن، س. و نژاد ستاری، ط. ۱۳۸۹. تأثیر سالیسیلیک اسید برون‌زا بر پراکسیداسیون لیپید و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در برگ‌های گیاهان کلزا تحت تنفس نیکل. فصلنامه علوم زیستی دانشگاه آزاد اسلامی واحد زنجان، ۳(۳): ۸۰-۷۱.
- کوچکی، ع. و سرمندیا، غ.ح. ۱۳۸۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). چاپ دهم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۰۰ صفحه.
- لطفی، پ.، محمدی نژاد، ق. و گلکار، پ. ۱۳۹۱. بررسی تحمل به تنفس خشکی در ژنتیپ‌های مختلف گلرنگ زراعی (Carthamus tinctorius L.). مجله دانش زراعت، ۷(۵): ۱۴-۱.
- مظاہری لقب، ح.، نوری، ف.، زارع ابیانه، ح. و وفایی، م.، ح. ۱۳۸۰. اثر آبیاری تکمیلی بر صفات مهم زراعی سه رقم آفتتابگردان در زراعت دیم، مجله پژوهش کشاورزی، ۳(۱): ۴۴-۳۱.
- مهرابیان مقدم، ن.، آروین، م.ج.، خواجه‌بی نژاد، غ.ر. و مقصود، ک. ۱۳۹۰. اثر اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد علوفه و دانه ذرت در شرایط تنفس خشکی در مزرعه. فصلنامه به زراعی نهال و بذر، ۲۷(۱): ۵۵-۴۱.

Babel, S., and Kurniawan, T.A. 2003. Low-cost adsorbents for heavy metals uptake from contaminated water a review. Journal of Hazardous Materials, 97: 219-243.

- Bates, L.S., Waldern, R.P., and Teare, O.D. 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.
- Behdani, M.A., and Mousavifar, B.E. 2011. Effect of insufficient irrigation on plant dry matter and remobilization in three spring safflower genotypes. *Agroecology*, 3(3): 277-289.
- Boonlertnirun, S., Sarabol, E.D., Meechou, S., Sooksathan, I. 2007. Drought Recovery and Grain Yield Potential of Rice after Chitosan Application. *Kasetsart Journal*, 41: 1-6.
- Bratulin, C., 1993. Studies of some genetic resources under rain condection in Moldavia. Proceedings of the Third International Safflower Conference, Chain, 9-13.
- Cheng, X.Y., Zhou, H.Y., Cui, X., Ni, W., and Liu, C.Z. 2005. Improvement of phenylethanoid glycosides biosynthesis in *Cistanche deserticola* cell suspension cultures by chitosan elicitor. *Journal of Biotechnology*, 121: 253-260.
- Devlieghere, F., Vermeulen A., and Debevere J. 2004. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. *Food Microbiology*, 703-714.
- El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 45: 215-225.
- Guan, Y.J., Hu, J., Wang, X.J., and Shao, C.X. 2009. Seed priming with chitosan improves maize stress germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature. *Journal of Zhejiang University- Science*, 10: 427-433.
- Hang, A.N., and Evans, D.W. 1985. Deficit sprinkler irrigation of sunflower and safflower. *Agronomy Journal*, 77: 588-592.
- Hayat, S., and Ahmad, A. 2007. Salicylic Acid a Plant Hormone. Springer, 15- 23.
- Hayat, S., Fariduddin, Q., Ali, B., and Ahmad, A. 2005. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. *Acta Agronomica Hungarica*, 53: 433-437.
- Huang, H., and Villanueva, V.R. 1992. Amino acids, polyamines and proteins during seed germination of two species of Dipterocarpaceae. *Trees-Structure and Function*, 7: 189–193.
- Jazaeri Nushabadi, M.R., and Rezaei, A.M. 2007. Evaluation of relations between parameters in oat cultivars in water stress and non-stress conditions. *Scince and Meterial Agriculture and Naterland South*, 11(1): 265-278.
- Koutroubas, S.D., Papakosta, D.K., and Doitsinis, A. 2004. Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre-anthesis assimilation to safflower in comparision to sunflower. *Sesame and safflower Newsletter. Field Crops Research*, 90(2): 263-274.
- Li, L., Staden, J.V., and Jager, A.K. 1998. Effects of plant growth regulators on the antioxidant system in seedlings of two maize cultivars subjected to water stress .*Plant Growth Regulation*, 25: 81-87.
- Mahdavi, B., Modarres Sanavy, S.A.M., Aghaalikhani, M., Sharifi, M., and Dolatabadian, A. 2011. Chitosan improves osmotic potential tolerance in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seedlings. *Journal of Crop Improvement*, 25: 728–741.
- Martin-Mex, R., Villanueva-Couoh, E., Herrera-Campos, T., and Larqué-Saavedra, A. 2005. Positive effect of salicylates on the flowering of African violet. *Scientia horticulturae*, 103(4): 499-502.
- Mondal, M.M.A., Malek, M.A., Puteh, A.B., Ismail, M.R., Ashrafuzzaman, M., and Naher L. 2012. Effect of foliar application of chitosan on growth and yield in okra. *Australian Journal of Crop Science*, 6(5): 918-921.
- Oelke, E.A., Oplinger, E.S., and Teynor, T.M. 2004. Safflower. University of Minnesota. 1: 97-109.

- Popova, L.P., Maslenkova, L.T., Yordanova, R.Y., Ivanova, A.P., Krantev, A.P., Szalai, G., and Janda, T. 2009. Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. *Plant Physiology Biochemistry*, 47: 224–231.
- Sakhabutdinova, A.R., Fatkhudinova, D.R., Bezrukova, M.V., and Shakirova, F.M. 2003. Salicylic acid prevents the damaging action of stress factors on Wheat plants. *Bulg Journal Plant Physiology*, 21: 314–319.
- Sankar, B.E., Jaleel, C.A., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Somasundaram, R., and Panneerselvam, R. 2007. Drought induced biochemical modification and proline metabolism in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Acta Botanica Croatica*, 66: 43-56.
- Senaratna, T., Touchell, D., Bunn, E., and Dixon, K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation*, 30: 157–161.
- Sheikha, S.A.K., and AL-Malki, F.M. 2011. Growth and chlorophyll responses of bean plants to the chitosan applications. *European Journal of Scientific Research*, 50: 124-134.
- Singh, B., and Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress. *Plant Growth Regulation*, 39: 137–141.
- Singh, V., Ramdev, R., Sharma, S.K., and Verma, B.L. 1995. Effect of irrigation and phosphorus on safflower (*Carthamus tinctorious*) yield in Rajasthan. *Indian Journal of Agricultural Science*, 65(9).
- Tayebi, A., Afshari, h., Farahvash, F., sinki, J.M., and Nezarat, S. 2012. Effect of drought stress and different planting dates on safflower yield and its components in Tabriz region. *Iranian Journal of plant physiology*, 2(3): 445-453.
- Uthairatanakij, A., Teixeira, J.A., and Obsuwan, K. 2007. Chitosan for improving orchid production and quality. *Orchid Science and Biotechnology*, 1(1): 1-5.

**Effect of drought stress and chitosan and salicylic spray on morphological parameters
of *Carthamus tinctorius* L. in Sistan****Ayub Amiri¹, Parviz Yadollahi², Alireza Siroosmehr³, Sedigheh Esmaeilzadeh^{3,*}**¹ *Graduated Student, University of Zabol, Zabol, Iran*² *M.Sc. Student, Islamic Azad University of Shahrekord, Shahrekord, Iran*³ *Assistant Professor, University of Zabol, Zabol, Iran*^{*}Corresponding author E-mail address: esmaeilzadeh@modares.ac.ir

Received: 2015.02.08

Accepted: 2015.07.11

Abstract

To study the effects of drought stress and salicylic acid and Chitosan spraying on safflower, an experiment was conducted as a split plot design as base of a randomized complete block design with three replications. The drought stress had 4 levels as control and irrigation after 25, 50 and 75% of soil available water as main plots and spraying of salicylic acid (0.424 grams per liter), chitosan solution (5 g per liter) and both of them that were considered as sub-plots. Drought stress reduced the number of heads per plant, head diameter, stem diameter, number of leaves, seed weight, seed weight and increased the percentage of hollowness of the seed. Application of chitosan and salicylic acid increased the distance of the first branch from the ground, head diameter, stem diameter, number of leaves, flowers, root length and weight and yield components as number of seeds per head, seed weight per head, seed weight and unfilled seed percentage. It seems salicylic acid and chitosan spray can be suggested to develop boost crop cultivation and increase safflower yield in the province of Sistan.

Keywords: *Chitosan, Irrigation, Oil plant, Salicylic acid, Spraying*