مجله زارعت و اصلاح نباتات
جلد ۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱
صفحات ۱۳۶-۱۱۹

بررسی ناپایداری غشاء سلولی گلرنگ تحت تنش آبی، مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید

Study of cell membranes instability of ssfflower under water stress, application of zeolite and salicylic acid

محمد سیبی[1*]، محمد میرزاخانی[2]، مسعود گماریان[3]

چکیده

به منظور بررسی ناپایداری غشاء سلولی گلرنگ تحت تأثیر تنش آبی و مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹ به‌صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا شد. در این آزمایش تنش آبی به عنوان عامل اصلی در سه سطح I0= آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه (شاهد)، I1= آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه، I2= آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه در کرت‌های اصلی و مصرف مقادیر مختلف زئولیت در سه سطح Z0= عدم مصرف زئولیت (شاهد)، Z1= مصرف زئولیت به مقدار چهار تن در هکتار، Z2= مصرف زئولیت به مقدار هشت تن در هکتار و مصرف سالیسیلیک اسید در دو سطح SA0= عدم مصرف سالیسیلیک اسید و SA1=مصرف سالیسیلیک اسید (محلول پاشی با غلظت ۳۰۰ پی پی ام) به عنوان عوامل فرعی به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف تنش آبی بر صفت قطر غوزه‌ی اصلی در سطح آماری پنج درصد و بر صفاتی مانند: عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی، میزان آب برگ، محتوای آب اولیه، آب نهایی برگ و ناپایداری غشاءسلولی در سطح آماری یک درصد معنی دار شد. همچنین سطوح مختلف مصرف زئولیت بر صفت عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی در سطح آماری پنج درصد و بر صفات عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی، میزان آب برگ، محتوای آب اولیه، آب نهایی برگ و ناپایداری غشاء سلولی در سطح آماری یک درصد معنی دار شد. مصرف سالیسیلیک اسید در این آزمایش بر صفاتی مانند: قطر غوزه‌ی اصلی، مقدار آب، محتوای آب اولیه و ناپایداری غشاء سلولی در سطح آماری یک درصد و بر صفات وزن هزار دانه‌ی غوزه‌ی اصلی و آب نهایی برگ در سطح آماری پنج درصد معنی دار شد.

کلمات کلیدی: زئولیت، سالیسیلیک اسید، گلرنگ، محتوای آب اولیه، میزان آب برگ، ناپایداری غشاء سلول.

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، باشگاه پژوهشگران جوان، اراک، ایران.
۲- دانشگاه آزاداسلامی، واحد فراهان، گروه زراعت، فراهان، ایران.
۳- دانشگاه آزاداسلامی، واحد اراک، گروه زراعت، اراک، ایران.
* نویسنده‌ی مسئول: sibi_mohammad@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

ایران به دلیل موقعیت مکانی (عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۳۸ درجه شمالی)، اقلیمی و ساختار طبیعی خود جزء مناطق خشک (۶۵ درصد) تا نیمه خشک (۲۵ درصد) محسوب می‌شود (Jazaeri Nushabadi and Rezaei, 2007). بنابر این خشکی یکی از مشکلاتی است که در بخش‌های زیادی از کشور ایران تولید محصولات زراعی را به خصوص در مراحل انتهایی رشد (مرحله‌ی زایشی) حتی در گیاهانی مانند ارزن، دم روباهی، سورگوم و لوبیا چشم بلبلی که در نواحی خشک و نیمه خشک کشت می‌شوند، کاهش می‌دهد. زیرا با عبور گیاه از مرحله‌ی رویشی به زایشی، محدودیت آبی منجر به کاهش بیشتر فتوسنتز در مقایسه با مرحله‌ی رویشی شده و با توجه به این که در این زمان تعداد دانه و وزن آن در حال شکل گیری است، از طریق تسریع پیری موجب کاهش دوره‌ی پر شدن دانه‌ها و وزن آن‌ها می‌گردد که در نهایت کاهش عملکرد دانه را در پی دارد (Moosavifar, 2009). از جمله دلایل احتمالی اثر گذاری بیشتر تنش خشکی در مرحله‌ی زایشی عبارتند از: انتقال مجدد نیتروژن و کربو هیدرات‌ها از برگ به دانه با افزایش سن برگ، تخریب ساختمان کلروفیل و کمپلکس‌های برداشت کننده‌ی نور، افزایش میزان مقاومت روزنه‌ای با افزایش سن برگ و کاهش فعالیت رابیسکو و احیای مجدد (RUB) Cabuslay et al., 2002). در شرایط تنش آبی، یکی از اولین بخش‌های گیاهی که آسیب می‌بینند، غشای پلاسمایی سلول هاست (Levitt, 1980). در اثر تنش آبی، تراوایی غشای سلول افزایش می‌یابد و باعث می‌شود که الکترولیت‌های موجود در داخل سلول به سمت بیرون از سلول نشت کنند (Blum and Ebercom, 1980). یکی از استراتژی‌های مهم در اصلاح و افزایش مقاومت به خشکی در گیاهان این است که غشای سلول پس از مواجه شدن با تنش کمبود آبی، انسجام خود را حفظ نماید و واپاشیده نشود. آزمایش‌های گوناگونی برای اندازه گیری پایداری غشای سلولی (Cell Membrance Stability) مورد استفاده قرار می‌گیرد. که می‌توانند تا حدودی تحمل به خشکی را در گیاهان مشخص نمایند؛

(Bandurska, 2000; Venkateswarlu and Ramesh, 1993)

علاوه بر کمبود آب و تنش خشکی در کشور ایران، روند افزایش جمعیت در طی سال‌های اخیر و به تبع آن افزایش مصرف سرانه‌ی روغن خوراکی که یکی از محصولات غذایی عمده‌ی کشور است، موجب افزایش واردات روغن با مصرف هزینه‌های هنگفت شده، به‌طوری که تنها حدود ۷ درصد روغن مصرفی در داخل کشور تولید شده و بیش از ۹۳ درصد آن از خارج از کشور وارد می‌شود (Tavakoli, 2002)، لذا نیاز به یک گیاه دانه روغنی و متحمل به شرایط کمبود آب در کشور احساس می‌شود. گلرنگ گیاهی دانه روغنی و از خانواده‌ی Astraceae می‌باشد و به دلیل خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی ویژه‌ای که دارد (خواجه پور، ۱۳۸۵)، به عنوان گیاه متحمل به شرایط خشکی شناخته شده و قادر است میزان روغن مناسب، که در شرایط مساعد بسته به رقم تا ۴۵ درصد می‌رسد، تولید نماید (Tavakoli, 2002). از ویژگی‌های مطلوب و خاص این گیاه دانه روغنی می‌توان به این موارد اشاره کرد: غنای بالای کشور ایران از لحاظ ذخائر ژنتیکی این گیاه به علت بومی بودن آن، مقاومت نسبتاً زیاد به تنش‌های غیر زیستی از جمله شوری، خشکی و سرمای زمستانه که در شرایط ایران احتمال بروز آن زیاد است، انعطاف پذیری به سیستم کشت (دیم و آبی) و یا فصل رشد (بهاره، تابستانه و پاییزه)، زراعت نسبتاً ساده‌ی این گیاه با کمک ماشین آلات غلات، گیاه زراعی بسیار مناسب جهت تناوب با گندم، تولید روغن نباتی با کیفیت بالا به دلیل وجود بیش از ۸۰ درصد اسیدهای چرب غیر اشباع نظیر اسید اولئیک و لینولئیک، استفاده به عنوان مصارف دارویی و طبی، لوازم آرایشی و رنگرزی، استفاده‌ی مستقیم دانه جهت تغذیه‌ی پرندگان، تعلیف مستقیم توسط دام و یا به عنوان علوفه‌ی خشک و سیلویی، تولید کنجاله به عنوان مکمل غذایی مناسب برای دام و استفاده از ارقام بدون خار به عنوان گل‌های زینتی (Behdani and Jami Al-ahmadi, 2008)

www.SID.ir

(Rashed Mohasel and Behdani, 1994) گلرنگ تقریباً در ۶۰ کشور جهان کشت می‌شود و میزان سطح زیر کشت آن در دنیا در سال ۲۰۰۵ برابر با یک میلیون و سیزده هزار هکتار می‌باشد (F.A.O, 2006).

در سال‌های اخیر توسعه‌ی سیستم‌های کشاورزی پایدار مورد توجه بوده و در این راستا کاربرد مواد معدنی طبیعی به منظور بهبود باروری، اصلاح ساختمان فیزیکی و شیمیایی خاک که منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک نیز می‌شود توصیه شده است که زئولیت یکی از این مواد معدنی می‌باشد (Andrews and kimi, 1996 ; Mumpton, 1996). یکی از علل استفاده از زئولیت در تولیدات کشاورزی و بهره وری خاک، خاصیت جذب رطوبت و نگهداری آن برای مدت طولانی و صرفه جویی در مصرف کود شیمیایی و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی می‌باشد (Huang and petrovic, 1995). از جمله راهکارهای جدیدی که برای افزایش تأثیرگذاری و جلوگیری از هدر روی رطوبت و کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار گرفته به کارگیری ترکیبات طبیعی چون کانی‌های زئولیت در مزارع کشاورزی می‌باشد (Polat et al., 2004).

اسید سالیسیلیک از ترکیبات فنلی است که در تعداد زیادی از گیاهان وجود دارد. این ترکیب امروزه به عنوان ماده‌ای شبه هورمونی محسوب می‌گردد که نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان ایفا می‌کند (Kang, 2003). اسید سالیسیلیک نقش مهمی در ایجاد مقاومت به تنش‌های محیطی بر عهده دارد (Rasking, 1992). سالیسیلیک در گیاهانی که تحت تنش‌های محیطی قرار دارند، نقش حفاظتی دارد. سالیسیلیک اسید سبب افزایش مقاومت به شوری در گیاهچه‌های گندم (Shakirova and Bezrukova, 1997) و مقاومت به کمبود آب می‌گردد (Bezrukova et al., 2001). کمبود آب و بروز تنش خشکی در محیط رشد گلرنگ باعث کاهش اندازه‌ی گیاه، تغییر رنگ برگ ها، کم شدن دوام سطح برگ و کاهش عملکرد می‌شود (Kafi and rostami, 2008), (Tavakoli, 2002) گزارش کرد، عدم آبیاری گلرنگ در مرحله‌ی گل دهی و قبل از آن باعث کاهش تعداد دانه در غوزه می‌شود و هر چه زمان اعمال تنش به مرحله‌ی گل دهی نزدیک تر باشد اثر بیشتری بر تعداد دانه خواهد داشت. تنش خشکی در مرحله‌ی جوانه زنی گلرنگ باعث کاهش درصد و سرعت جوانه زنی می‌شود (Rostami et al., 2003).

با استفاده از زئولیت (کلینوپتیلولیت) به عنوان یک همراه خاک در گیاهان علوفه‌ی مرتعی، غلات، سبزیجات و میوه‌ها به‌طور معنی داری عملکرد تا بیش از ۶۳ % افزایش می‌یابند (Ibrahim et al., 2001). کاربرد زئولیت عملکرد محصول گندم را نزدیک به ۱۰۰ درصد در مقایسه با شاهد بدون کود و نزدیک به ۴۰ درصد در مقایسه با شاهد همراه کود افزایش داد (Urotadze et al., 2002). نتایج به دست آمده از تحقیقی روی گیاه جو نشان داد که مصرف زئولیت پنج درصد، تحت آبیاری با آب شور با غلظت‌های مختلف باعث افزایش ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ، وزن تر و وزن خشک گیاه شد (Al-Busaidi et al., 2007). گزارش هایی از اثر اسید سالیسیلیک بر افزایش عملکرد در برخی از گیاهان مانند سویا (Kumar, 1999)، لوبیا چشم بلبلی (Singh, 1980) و نخود فرنگی (Kumar, 1997) منتشر شده است. اسید سالیسیلیک در گوجه فرنگی و لوبیا سبب افزایش مقاومت به درجه حرارت‌های پایین و بالا شده (Senaratna et al., 2000).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی ناپایداری غشاء سلولی گلرنگ تحت تأثیر تنش آبی، مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۹ در مزرعه آموزشی- تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک واقع در شهرستان اراک انجام شد. از نظر جغرافیایی این مزرعه آموزشی - تحقیقاتی در طول و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۸ دقیقه طول شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۵۷ متر قرار دارد. این منطقه تابستان‌های ملایم تا گرم و زمستان‌های سرد دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

این تحقیق بر اساس آزمایش اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کرت‌های اصلی به تنش آبی در سه سطح I0= آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (شاهد)، I1= آبیاری به میزان ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه، I2= آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه و کرت‌های فرعی به‌صورت فاکتوریل به مصرف زئولیت در سه سطح Z0= عدم مصرف زئولیت (شاهد)، Z1= مصرف زئولیت به مقدار چهار تن در هکتار، Z2= مصرف زئولیت به مقدار هشت تن در هکتار و مصرف سالیسیلیک اسید در دو سطح SA0= عدم مصرف، SA1= مصرف سالیسیلیک (در زمان شروع غوزه دهی به‌صورت محلول پاشی با غلظت ۳۰۰ پی پی ام روی گیاه اعمال شد)، اختصاص یافتند. رقم مورد استفاده در این آزمایش رقم گلدشت (IL111) فاصله‌ی بین ردیف‌های کاشت ۶۰ سانتی متر و برای حصول تراکم ۴۰ بوته در متر مربع فاصله‌ی روی ردیف ۸ سانتی متر در نظر گرفته شد (روی هر پشته دو ردیف گیاه کاشته شد). هر کرت شامل ۴ خط کاشت به طول ۶ متر بود. نمونه‌ی خاک از مزرعه تهیه و بر اساس نتیجه‌ی آزمایش خاک کودهای نیتروژن و فسفر به ترتیب به مقدار ۲۰۰ و ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار از منابع اوره و سوپر فسفات تریبل در اختیار گیاهان قرار گرفت. کود فسفر در زمان کاشت به‌طور کامل به زمین داده شد و یک سوم کود نیتروژن به‌صورت پایه و مابقی به‌صورت سرک که یک سوم آن در زمان مرحله‌ی روزت گیاه و یک سوم ما بقی آن در زمان شروع غوزه دهی به زمین داده شد. در زمان برداشت تعداد ۱۰ بوته از هر کرت آزمایشی با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای به‌طور کاملاً تصادفی انتخاب شدند و صفاتی چون قطر غوزه‌ی اصلی، وزن هزار دانه‌ی غوزه‌ی فرعی، عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی، عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی، میزان آب برگ، محتوای آب اولیه، آب نهایی برگ و ناپایداری غشاء سلولی اندازه گیری و ثبت شد. در این آزمایش برای اندازه گیری شاخص ناپایداری غشای سلول، ابتدا با استفاده از پودر مانیتول و آب مقطر، محلول ۲- اتمسفر از مانیتول ساخته شد و داخل هر لوله آزمایش ۱۰ میلی لیتر از این محلول ریخته شد. سپس پنج دیسک به قطر یک سانتی متر از پهنک برگ‌های گیاهان هر تیمار تهیه و به مدت ۲۴ ساعت در محلول مانیتول داخل لوله‌های آزمایش قرار داده شد. پس از گذشت مدت زمان لازم مقدار هدایت الکتریکی محلول هر لوله‌ی آزمایش بطور جداگانه با دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه گیری و ثبت شد. محلول هر لوله آزمایشی که هدایت الکتریکی بیشتری را نشان دهد، بیانگر تخریب بیشتر غشای سلولی بافت گیاهان موجود در آن است (Aman et al., 2005). پس از تجزیه‌ی داده‌ها توسط نرم افزارهای MSTAT-C و SAS 9.0، میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. محتوای آب اولیه (Clark and McCaig, 1982)، میزان آب برگ و درصد آب نهایی برگ نیز با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید.

۱۰۰× {وزن تر برگ تازه / (وزن خشک برگ – وزن تر برگ تازه) } = میزان آب برگ

۱۰۰×{ وزن تر برگ تازه / (وزن برگ، ۳ ساعت بعد از جدا شدن از گیاه – وزن تر برگ تازه) } = درصد آب نهایی برگ

وزن خشک برگ / (وزن خشک برگ – وزن تر برگ تازه) = محتوای آب اولیه

نتایج و بحث

قطر غوزه‌ی اصلی (Boll diameter of main boll)

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس تیمار تنش آبی و مصرف سالیسیلیک اسید به ترتیب در سطح آماری پنج و یک درصد بر صفت قطر غوزه‌ی اصلی معنی درا شد. ولی مصرف زئولیت و اثر متقابل این تیمارها از لحاظ آماری تأثیر معنی داری را بر این صفت نداشت (جدول-۱). در جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی، با افزایش شدت تنش آبی قطر غوزه‌ی

www.SID.ir

اصلی کاهش یافت به‌طوری که بیشترین قطر غوزه‌ی اصلی با میانگین ۲/۳۶ سانتی متر مربوط به تیمار بدون تنش آبی (شاهد) و کمترین قطر غوزه‌ی اصلی با میانگین ۲/۱۷ سانتی متر متعلق به تیمار تنش آبی شدید (آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود (جدول-۲). در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت نیز با افزایش مقدار مصرف زئولیت قطر غوزه‌ی اصلی نیز افزایش یافت به‌طوری که کمترین و بیشترین قطر غوزه‌ی اصلی با میانگین‌های ۲/۱۹ و ۲/۲۷ سانتی متر به ترتیب متعلق به تیمارهای عدم مصرف و مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار بود. همچنین مصرف سالیسیلیک اسید نیز بر قطر غوزه‌ی اصلی تأثیر مثبتی را نشان داد. و با مصرف سالیسیلیک اسید قطر غوزه‌ی اصلی افزایش پیدا کرد (جدول-۲). در بین اثرات متقابل صفات بیشترین قطر غوزه‌ی اصلی با میانگین ۲/۴۹ سانتی متر متعلق به تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به همرا مصرف ۴ تن در هکتار زئولیت و محلول پاشی سالیسیلیک اسید و کمترین قطر غوزه‌ی اصلی با میانگین ۱/۹۹ سانتی متر مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه و عدم مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید بود (جدول-۳). در تحقیقات انجام شده تأثیر تنش خشکی بر قطر غوزه معنی دار بوده، به‌صورتی که باعث کاهش قطر غوزه در گلرنگ شده است (Camas et al., 2007; Ozturk et al., 2008). فراست (۱۳۸۹) در پژوهشی عنوان کرد که قطر غوزه تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار نگرفته ولی در بین ارقام مورد بررسی تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد.

صفت قطر غوزه‌ی اصلی از این جهت مهم است که با افزایش قطر غوزه، تعداد دانه‌ی بیشتر و بزرگتری را می‌تواند در خود جای دهد. با افزایش شدت تنش آبی، به علت کمبود آب در گیاه فرایندهای متابولیکی و انتقال مواد فتوسنتزی و در نهایت مقدار اسمیلات در گیاه کاهش می‌یابد که منجر به کاهش رشد سلولی و کوچکتر شدن غوزه‌ها می‌گردد. اما مصرف زئولیت به نوبه‌ی خود در تأمین رطوبت مورد نیاز گیاه نقش مثبتی را ایفا کرده به‌طوری که با افزایش سطوح مختلف مصرف زئولیت رطوبت بیشتری در اختیار گیاه قرار گرفته و سالیسیلیک اسید نیز با کاهش مقدار تبخیر و تعرق در گیاه مانع از خروج بیش از حد آب از گیاه شده که این عوامل در افزایش قطر غوزه‌ی اصلی در گلرنگ مؤثر بوده اند.

وزن هزار دانه‌ی غوزه‌ی فرعی

(1000 seed mass of un-direct boll)

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، سطوح مختلف مصرف سالیسیلیک اسید و اثر متقابل آبیاری، زئولیت و سالیسیلیک اسید در سطح آماری پنج درصد بر صفت وزن هزار دانه‌ی غوزه‌ی فرعی معنی دار شد ولی سطوح مختلف تنش آبی و مصرف زئولیت و اثرات متقابل دوگانه‌ی آن‌ها از لحاظ آماری اختلاف معنی داری را نداشتند (جدول-۱). در جدول مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی، با افزایش شدت تنش آبی، وزن هزار دانه‌ی غوزه‌های فرعی افزایش پیدا کرد به‌طوری که بیشترین و کمترین وزن هزار دانه‌ی غوزه‌های فرعی با میانگین‌های ۳۴/۱۵ و ۳۲/۹۰ گرم به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری بر اساس ۸۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت نیز با افزایش مقدار مصرف زئولیت وزن هزار دانه‌ی غوزه‌های فرعی نیز افزایش نشان داد به‌طوری که بیشترین وزن هزار دانه‌ی غوزه‌های فرعی با میانگین ۳۴/۲۷ گرم متعلق به تیمار مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار و کمترین وزن هزار دانه‌ی غوزه‌های فرعی با میانگین ۳۳/۴۴ گرم متعلق به تیمار عدم مصرف زئولیت بود. مصرف سالیسیلیک اسید نیز اثر مثبتی بر این صفت نشان داد به‌طوری که در اثر محلول پاشی سالیسیلیک اسید وزن هزار دانه‌ی غوزه‌های فرعی با میانگین ۳۴/۶۵ گرم نسبت به تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید با میانگین ۳۲/۶۷ گرم افزایش یافت

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول-۱) نتایج تجزیه واریانس صفات

(Table-1)Variance analysis of characters

MSمیانگین مربعات

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی (df)	قطر غوزه ی اصلی Diameter of main boll	وزن ۱۰۰۰ دانه غوزه‌ی فرعی 1000 seed mass of un-direct boll	عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی Biological yield of main boll	عملکرد اقتصادی غوزه های فرعی Economical yield of un-direct boll	میزان آب برگ Leaf Water Content	محتوای آب اولیه Initial water content	آب نهایی برگ Leaf internity water	ناپایداری غشاء سلول Cell Memberant Un-stability
Replication تکرار	3	0.020 $^{n.s}$	65.30 $^{n.s}$	0.026 $^{n.s}$	0.009 $^{n.s}$	16.87 *	0.97 $^{n.s}$	0.88 $^{n.s}$	8843.05 $^{n.s}$
Irrigation (I) آبیاری	2	0.0263 *	10.75 $^{n.s}$	0.047 $^{n.s}$	1.039 **	183.99 **	50.41 **	44.29 **	389508.87**
خطای عامل اصلی Error irrigation	6	0.044	16.46	0.037	0.022	3.77	0.058	3.22	15398.70
Zeolite (Z) زئولیت	2	0.034 $^{n.s}$	6.93 $^{n.s}$	0.236 *	0.539 **	184.85 **	4.49 **	40.48 **	85085.29**
سالیسیلیک اسید Salicylic Acid (SA)	1	0.331 **	70.90 *	0.076 $^{n.s}$	0.063 $^{n.s}$	79.17 **	4.68 **	9.04 *	178005.55**
آبیاری × زئولیت Irrigation × Zeolite	4	0.003 $^{n.s}$	22.57 $^{n.s}$	0.008 $^{n.s}$	0.470 **	5.68 $^{n.s}$	0.485 **	11.21 **	80935.91**
آبیاری × سالیسیلیک اسید Irrigation × Salicylic Acid	2	0.052 $^{n.s}$	2.76 $^{n.s}$	0.060 $^{n.s}$	0.005 $^{n.s}$	2.43 $^{n.s}$	0.177 $^{n.s}$	4.02 $^{n.s}$	189707.76**
زئولیت × سالیسیلیک اسید Zeolite × Salicylic Acid	2	0.032 $^{n.s}$	4.19 $^{n.s}$	0.018 $^{n.s}$	0.247 **	2.00 $^{n.s}$	0.321 *	20.46 **	91252.43**
آبیاری × زئولیت × سالیسیلیک اسد	4	0.045 $^{n.s}$	35.41 *	0.069 $^{n.s}$	0.508 **	2.59 $^{n.s}$	0.202 *	8.69 **	152480.88**

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول-۲). نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه‌ی غوزه‌های فرعی با میانگین ۳۷/۲۶ گرم متعلق به تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه و مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار به همراه مصرف سالیسیلیک اسید و کمترین وزن هزار دانه‌ی غوزه‌های فرعی با میانگین ۳۰/۰۵ گرم مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه به همراه مصرف ۴ تن در هکتار زئولیت و عدم مصرف سالیسیلیک اسید بود (جدول-۳). تنش خشکی شدید در اثر آبیاری تا مرحله‌ی تکمه دهی، منجر به بیشترین کاهش در وزن هزار دانه شد و در شرایط آبیاری کامل نیز بیشترین وزن هزار دانه به دست آمد (موسوی فر و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین ایشان در آزمایش دیگری بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش در وزن هزار دانه‌ی گلرنگ می‌شود (Moosavifar et al., 2009).

وزن هزار دانه تأثیر بسزایی بر عملکرد دانه دارد و در حقیقت بیان کننده‌ی چگالی دانه نسبت به تعداد دانه می‌باشد. به نظر می‌رسد چون گیاه از ابتدای رشد با تنش کم آبی مواجه بوده است، لذا مکانیسم خود تنظیمی گیاه بر پایه‌ی تعداد محدودی دانه در غوزه بنا شده است، لذا گیاه در ادامه‌ی رشد دانه‌های تشکیل شده را به‌طور کامل پر کرده است و از این طریق باعث افزایش وزن هزار دانه شده است. از طرفی وزن هزار دانه کمتر تحت تأثیر شرایط نا مطلوب محیطی قرار می‌گیرد و دامنه‌ی نوسانات آن محدود می‌باشد وقتی گیاه با کمبود آب روبرو شده، تعداد دانه‌های کمتری تولید کرده ولی در رساندن مواد غذایی و کربوهیدرات بیشتری به دانه‌های تولید شده فرستاده است و تمام انرژی خود را برای پر کردن آن دانه‌ها مصرف می‌نماید به همین دلیل هرچه شدت تنش آبی بیشتر می‌شود وزن هزار دانه نیز افزایش می‌یابد. مصرف زئولیت نیز به دلیل در اختیار گذاشتن رطوبت مورد نیاز گیاه در تولید دانه هایی با وزن هزار دانه‌ی بالاتر سهم بسزایی داشته است.

عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی

(Biological yield of main boll)

صفت عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و در سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد (Ashkani et al., 2007). طبق نتایج جدول تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی تحت تأثیر مقادیر مختلف مصرف زئولیت قرار گرفت و در سطح آماری پنج درصد معنی دار شد ولی سطوح مختلف تنش آبی و مصرف سالیسیلیک اسید و همچنین اثرات متقابل آن‌ها از لحاظ آماری تأثیر معنی داری بر عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی نداشتند (جدول-۱). نتایج محققان نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیکی گیاه با میانگین ۸۰۲۰ کیلوگرم در هکتار از تیمار آبیاری شاهد (آبیاری به مقدار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) بدست آمد و کمترین مقدار عملکرد بیولوژیکی گیاه نیز با میانگین ۵۶۶۲ کیلوگرم در هکتار که کاهشی در حدود ۲۹/۴۰ درصد نسبت به شاهد را به همراه داشت، از تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (تنش متوسط) ثبت شد (میرزاخانی و سیبی، ۱۳۸۹). نتایج به دست آمده از جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی صفات نشان داد که با افزایش شدت تنش آبی عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی نیز افزایش پیدا کرد به‌طوری که بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی با میانگین‌های ۱/۸۳ و ۱/۷۵ گرم به ترتیب متعلق به تیمارهای آبیاری بر اساس ۸۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود (جدول-۲). در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت مشاهده شد که با افزایش مقادیر مصرف زئولیت، عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی نیز افزایش یافت به‌طوری که بیشترین عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی با میانگین ۱/۸۴ گرم مربوط به تیمار مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار و کمترین عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی با میانگین ۱/۶۶ گرم متعلق به تیمار عدم مصرف زئولیت بدست آمد. مصرف سالیسیلیک اسید، باعث کاهش عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی نسبت به تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید شد (جدول-۲).

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول- ۲) مقایسه میانگین های صفات در تیمارهای مختلف

(Table-2) Mean comparison of some charachterestics affected by different treatmeant

تیمار Ttreatment	قطر غوزه ی اصلی (سانتی متر) Diameter of main boll (cm)	وزن ۱۰۰۰ دانه غوزه ی فرعی (گرم) 1000 seed mass of un-direct boll (g)	عملکرد بیولوژیک غوزه ی اصلی (گرم) Biological yield of main boll (g)	عملکرد اقتصادی غوزه های فرعی (گرم) Economical yield of un-direct boll (g)	میزان آب برگ Leaf Water Contant (%)	محتوای آب اولیه (درصد) Initial water content (%)	آب نهایی برگ (درصد) Leaf internity water (%)	ناپایداری غشاء سلول (میکروزیمنس بر سانتی متر) Cell Memberant Un-stability ($\mu s\ cm^{-6}$)
تنش آبی Irrigation (I)								
I_0 (۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه)	2.36 a	32.90 a	1.75 a	1.29 b	84.60 a	8.35 a	23.29 a	2469.13 b
I_1 (۸۵٪ نیاز آبی گیاه)	2.18 b	34.15 a	1.83 a	1.67 a	81.92 b	6.45 b	21.01 b	2526.75 b
I_2 (۷۰٪ نیاز آبی گیاه)	2.17 b	33.93 a	1.76 a	1.64 a	79.06 c	5.50 c	20.87 b	2712.88 a
زئولیت Zeolite (Z)								
Z_0 (عدم مصرف)	2.19 a	33.44 a	1.66 b	1.55 b	79.43 c	6.34 c	21.78 b	2617.83 a
Z_1 (۴ تن در هکتار)	2.24 a	33.27 a	1.83 a	1.67 a	81.28 b	6.76 b	20.40 c	2587.88 a
Z_2 (۸ تن در هکتار)	2.27 a	33.27 a	1.84 a	1.37 c	84.88 a	7.20 a	23.00 a	2503.04 b
سالیسیلیک اسید Salicylic Acid (SA)								
SA_0 (عدم مصرف)	2.17 b	32.67 b	1.81 a	1.50 a	80.81 b	6.51 b	21.37 b	2619.31 a
SA_1 (محلول پاشی)	2.30 a	34.65 a	1.74a	1.56 a	82.91 a	7.02 a	22.08 a	2519.86 b

میانگین هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT.

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات بیشترین عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی با میانگین ۱/۹۶ گرم متعلق به تیمار آبیاری بر اساس ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه و مصرف ۸ تن در هکتار زئولیت و عدم مصرف سالیسیلیک اسید و کمترین عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی با میانگین ۱/۵۱ گرم مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و عدم مصرف زئولیت به همراه محلول پاشی سالیسیلیک اسید است (جدول-۳). فراست (۱۳۸۹) گزارش کرد، بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار آبیاری معادل ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه با ۳۶۱۵ کیلوگرم بر هکتار و کمترین عملکرد بیولوژیک در تیمار آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه با ۲۸۶۷ کیلوگرم بر هکتار به ثبت رسید. امیدی (۱۳۸۸) طی بررسی اثر تنش آبی بر ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره در کرج اظهار داشت که در بین سطوح مختلف تنش آبی، بیشترین و کمترین عملکرد بیولوژیکی به ترتیب با میانگین ۵۱۰۰ و ۳۹۰۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار شاهد و تیمار قطع آبیاری در دو مرحله تکمه دهی و گلدهی بود. در بررسی اثر تنش کمبود آب بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ، بیشترین عملکرد بیولوژیکی با میانگین ۱۲۰۹/۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آبیاری کامل (شاهد) و کمترین عملکرد بیولوژیکی با میانگین ۹۴۰/۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی گزارش شده است (Nabipour et al., 2007).

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی

(Economical yield of un-direct boll)

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس صفات، عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی تحت تأثیر تنش آبی، مصرف زئولیت، اثر متقابل آبیاری و زئولیت و همچنین اثر متقابل زئولیت و سالیسیلیک اسید و اثر متقابل سه گانه‌ی آبیاری، زئولیت و سالیسیلیک اسید قرار گرفته و در سطح آماری یک درصد معنی دار شد ولی مصرف سالیسیلیک اسید و اثر متقابل آبیاری و سالیسیلیک اسید از لحاظ آماری اثر معنی داری را روی این صفت نشان ندادند (جدول-۱). به نظر می‌رسد در مرحله‌ی رشد رویشی تنش خشکی منجر به کاهش سطح برگ، شاخص سطح برگ و فتوسنتز در واحد سطح برگ می‌شود. در نتیجه‌ی کاهش عملکرد در این مرحله به واسطه‌ی کاهش تعداد دانه در غوزه می‌باشد؛ (Rostami et al., 2003). (Moosavifar et al., 2009) اظهار داشتند که بین سطوح قطع آبیاری از نظر عملکرد دانه، اختلاف معنی درای در سطح یک درصد وجود دارد. (Kafi and rostami, 2008) و (Cabuslay et al., 2002)، عنوان کردند که افزایش محدودیت آب در طی دوران زایشی گیاه، در کاهش عملکرد دانه مؤثر است. طبق نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی با افزایش شدت تنش آبی عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی نیز افزایش نشان داد به‌طوری که بیشترین عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی با میانگین ۱/۶۷ گرم متعلق به تیمار آبیاری بر اساس ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه و کمترین عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی با میانگین ۱/۲۹ گرم مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت نیز مشاهده شد که با افزایش مقدار مصرف زئولیت عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی نیز افزایش نشان می‌دهند، البته این موضوع محدود به مقدار مصرف زئولیت نیز بوده، یعنی با افزایش مصرف زئولیت بیشتر از یک مقدار مشخص، عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی نسبت به تیمار عدم مصرف زئولیت کاهش نشان می‌دهد به‌طوری که بیشترین عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی با میانگین ۱/۶۷ گرم متعلق به تیمار مصرف ۴ تن زئولیت در هکتار بوده و کمترین عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی با میانگین ۱/۳۷ گرم متعلق به تیمار مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار مشاهده شده است که این در حالی است که در تیمار عدم مصرف زئولیت (شاهد)، عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی با میانگین ۱/۵۵ گرم بدست آمده است (جدول-۲). با مصرف سالیسیلیک اسید نیز مشاهده شد که عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی نسبت به تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید افزایش نشان داد (جدول-۲). کاهش عملکرد دانه در شرایط آبیاری محدود را می‌توان به اثر کمبود آب ناشی از قطع آبیاری، که با تسریع پیری و کاهش طول دوره‌ی رشد و پر شدن دانه‌ی گیاه همراه است و همین طور به علائم ارسالی از ریشه به برگ و القای بسته شدن روزنه‌ها و در نهایت کاهش فتوسنتز خالص نسبت داد.(Clavel et al., 2005) (Koutroubas et al., 2000)، نیز علت کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی را به عدم دسترسی گیاهان به آب آبیاری نسبت دادند که در نتیجه‌ی آن افزایش رقابت بین گیاهان برای آب و کاهش در تعداد طبق در گیاه و تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه و افزایش درصد پوکی طبق اتفاق می‌افتد که همبستگی معنی دار و مثبتی با عملکرد دانه دارد. طبق نتایج جدول مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات مشاهده شد که بیشترین عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی با میانگین ۲/۳۹ گرم متعلق به تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه به همراه مصرف ۴ تن در هکتار زئولیت و محلول پاشی سالیسیلیک اسید و کمترین عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی با میانگین ۱/۰۶ گرم مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و مصرف ۸ تن در هکتار زئولیت و عدم مصرف سالیسیلیک اسید بود (جدول-۳). نتایج بدست آمده از تحقیقات انجام شده روی گلرنگ در رابطه با عملکرد دانه در مناطق مختلف تحت تنش خشکی بیانگر این موضوع است که عملکرد دانه از ۱ تا ۳/۳ تن در هکتار متغییر است.

Archive of SID

www.SID.ir

(Esendal et al., 2008). این نتایج در مناطق دیگر مانند ساکرامنتوی کالیفرنیا (Cavero et al., 199)، آریانای تونس (Hamrouni et al., 2001)، پامپاس آرژانتین (Quiroga et al., 2001)، پونتزای ایتالیا (Lovelli et al., 2007) و اوریسای هند (Kar et al., 2007) نیز گزارش شده است. عملکرد اقتصادی در تمامی گیاهان زراعی به عنوان عامل مهم اقتصادی مطرح می‌باشد و عوامل محیطی باعث کاهش یا افزایش آن می‌شود و تنش آبی یکی از آن عوامل بوده و هرچه تنش آبی شدیدتر باشد بر روی رشد کلی گیاه، فتوسنتز و سایر عوامل که در نهایت بر روی عملکرد دانه تأثیر می گذارند مؤثر بوده و باعث کاهش آن می‌شود. مصرف زئولیت و بخشی از رطوبت مورد نیاز گیاه را جبران کرده و موجب افزایش عملکرد گیاه نسبت به تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید می‌شود حالتی که بدون زئولیت و سالیسیلیک اسید هستند می‌شود.

میزان آب برگ (Leaf Water Content)

در این آزمایش نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که میزان آب برگ تحت تأثیر تنش آبی، مقادیر مختلف مصرف زئولیت و مصرف سالیسیلیک اسید قرار گرفت و در سطح آماری یک درصد معنی دار شد ولی اثرات متقابل آن‌ها اختلاف معنی داری را از لحاظ آماری روی این صفت نشان ندادند (جدول-۱). بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی مشاهده شد که با افزایش شدت تنش آبی میزان آب برگ نیز کاهش نشان می‌دهد به‌طوری که بیشترین و کمترین میزان آب برگ با میانگین‌های ۸۴/۶۰ و ۷۹/۰۶ درصد به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری بر اساس ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت نیز با افزایش مقدار مصرف زئولیت میزان آب برگ نیز افزایش پیدا می کند به نحوی که بیشترین میزان آب برگ با میانگین ۴۸/۸۸ درصد متعلق به تیمار مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار و کمترین مقدار آب برگ با میانگین ۷۹/۴۳ درصد متعلق به تیمار عدم مصرف زئولیت بود. همچنین نتایج این جدول نشان داد که با مصرف سالیسیلیک اسید میزان آب برگ نسبت به تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید افزایش نشان می‌دهد (جدول-۲). نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات نشان داد که بیشترین میزان آب برگ با میانگین ۸۸/۳۲ درصد متعلق به تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به همرا مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار و مصرف سالیسیلیک اسید و کمترین میزان آب برگ با میانگین ۷۵/۸۰ درصد مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه، عدم مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید بود (جدول-۳).

Archive of SID

www.SID.ir

(جدول-۳) مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات

(Table- 3) Mean comparison of Interaction effects of characters

تیمار Ttreatment	قطر غوزه ی اصلی (سانتی متر) Diameter of main boll (cm)	وزن ۱۰۰۰ دانه غوزه ی فرعی (گرم) 1000 seed mass of un-direct boll (g)	عملکرد بیولوژیک غوزه ی اصلی (گرم) Biological yield of main boll (g)	عملکرد اقتصادی غوزه های فرعی (گرم) Economical yield of un-direct boll (g)	میزان آب برگ (درصد) Leaf Water Contant (%)	محتوای آب اولیه (درصد) Initial water content (%)	آب نهایی برگ (درصد) Leaf internity water (%)	ناپایداری غشاء سلول (میکروزیمنس بر سانتی متر) Cell Memberant Un-stability (µs cm^{-6})
تنش آبی×زئولیت×سالیسیلیک اسید								
$I_0Z_0SA_0$	2.26 a-d	30.08 e	1.73 ab	1.27 g-j	81.13 d-f	7.61 d	22.34 b-e	2285.00 h
$I_0Z_0SA_1$	2.40 ab	31.78 b-e	1.51 b	1.18 j	83.68 b-e	8.27 c	23.79 a-c	2687.50 cd
$I_0Z_1SA_0$	2.26 a-d	35.75 a-c	1.82 ab	1.49 e-h	83.91 b-e	8.39 bc	21.37 d-g	2533.25 d-f
$I_0Z_1SA_1$	2.49 a	33.28 a-e	1.82 ab	1.24 g-j	85.39 bc	8.71 ab	22.42 b-e	2397.25 f-h
$I_0Z_2SA_0$	2.31 a-c	31.02 c-e	1.81 ab	1.06 j	85.19 bc	8.20 c	24.81 a	2433.00 f-h
$I_0Z_2SA_1$	2.42 ab	35.47 a-d	1.78 ab	0.53 d-f	88.32 a	8.89 a	25.03 a	2478.75 e-g
$I_1Z_0SA_0$	2.11 b-d	33.62 a-e	1.84 ab	1.77 cd	77.22 h	5.40 h	21.39 d-g	2889.50 ab
$I_1Z_0SA_1$	2.16 b-d	36.72 ab	1.66 ab	2.03 b	80.72 e-g	6.42 fg	20.85 d-h	2476.50 e-g
$I_1Z_1SA_0$	2.19 a-d	30.26 de	1.92 ab	1.71 c-e	80.74 e-g	6.30 fg	19.37 h	2514.50 e-g
$I_1Z_1SA_1$	2.17 a-d	35.28 a-e	1.82 ab	1.50 e-g	82.43 c-e	6.71 f	22.45 b-e	2413.75 f-h
$I_1Z_2SA_0$	2.20 a-d	35.31 a-e	1.96 a	1.46 e-i	84.01 b-d	6.67 f	20.15 f-h	2513.25 e-g
$I_1Z_2SA_1$	2.27 a-d	33.74 a-e	1.78 ab	1.54 d-f	86.43 ab	7.20 e	21.85 c-f	2353.00 gh
$I_2Z_0SA_0$	1.99 d	35.09 a-e	1.54 b	1.85 bc	75.80 h	4.85 i	22.72 b-d	2624.00 c-e
$I_2Z_0SA_1$	2.26 a-d	33.35 a-e	1.70 ab	1.23 h-j	78.03 gh	5.48 h	19.57 gh	2744.50 bc
$I_2Z_1SA_0$	2.21 a-d	30.05 e	1.92 ab	1.71 c-e	76.52 h	4.94 i	16.29 i	2912.75 a
$I_2Z_1SA_1$	2.16 b-d	35.00 a-e	1.68 ab	2.39 a	78.67 f-h	5.48 h	20.51 e-h	2755.75 a-c
$I_2Z_2SA_0$	2.00 cd	32.84 a-e	1.75 ab	1.22 ij	82.83 c-e	6.23 g	23.90 ab	2868.50 ab
$I_2Z_2SA_1$	2.42 ab	37.26 a	1.96 a	1.44 f-i	82.54 c-e	6.02 g	22.26 b-e	2371.75 f-h

میانگین هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT.

Archive of SID

www.SID.ir

آب موجود در سلول‌ها و بافت‌های گیاهی، متأثر از بیلان آبی گیاه در شرایط آب و هوایی منطقه رشد می‌باشد. بدین صورت که اگر مقدار رطوبت موجود در خاک به اندازه‌ای باشد که جبران خروج آب از گیاه را که عمدتاً از مسیر تعرق (حدود ۹۰ درصد) خارج می‌شود را بنماید، در این صورت سلول‌ها و بافت‌های گیاه همواره در سطح بالایی از تورژسانس قرار خواهند داشت و بدون هیچگونه مشکلی، مراحل رشد و تقسیم سلولی را دنبال خواهند نمود. اما اگر به دلیل کمبود رطوبت در خاک مزرعه، مقدار آب خروجی گیاه به‌طور صددرصد توسط ریشه‌ها جبران نشود، درصد آب موجود در بافت‌های گیاه دچار نقصان خواهد شد و این نقصان اثرات نامطلوبی را بر رشد و عملکرد گیاهان خواهد داشت. با افزایش شدت تنش کمبود آب، شاهد کاهش درصد آب برگ خواهیم بود.

محتوای آب اولیه (Initial water content)

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات نشان داد که صفت محتوای آب اولیه تحت تأثیر تنش آبی، مصرف زئولیت و مصرف سالیسیلیک اسید و اثر متقابل آبیاری و زئولیت در سطح آماری یک درصد و تحت تأثیر اثر متقابل زئولیت و سالیسیلیک اسید و همچنین اثر متقابل آبیاری، زئولیت و سالیسیلیک اسید در سطح آماری پنج درصد معنی دار شد. ولی اثر متقابل آبیاری و سالیسیلیک اسید اختلاف معنی داری را از لحاظ آماری روی آن نشان نداد (جدول-۱). نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که محتوای آب اولیه تحت تأثیر افزایش شدت تنش آبی کاهش نشان می‌دهد به‌طوری که بیشترین و کمترین محتوای آب اولیه با میانگین‌های ۸/۳۵ و ۵/۵۰ درصد به ترتیب مربوط به تیمارهای آبیاری بر اساس ۱۰۰ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. همچنین نتایج این جدول در مورد مقدار نوسانات محتوای آب اولیه‌ی بافت‌های برگ در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت نیز معنی دار بود به‌طوری که با افزایش مقدار مصرف زئولیت، محتوای آب اولیه با میانگین ۷/۲۰ درصد مربوط به تیمار مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار و کمترین محتوای آب اولیه با میانگین ۶/۳۴ درصد مربوط به تیمار عدم مصرف زئولیت بود (جدول-۲). محلول پاشی سالیسیلیک اسید نیز اثر مثبتی را بر محتوای آب اولیه داشته و باعث افزایش محتوای آب اولیه با میانگین ۷/۰۲ درصد نسبت به تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید با میانگین ۶/۵۱ درصد شد (جدول-۲). طبق نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل صفات بیشترین محتوای آب اولیه با میانگین ۸/۸۹ درصد از تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به همراه مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار و مصرف سالیسیلیک اسید بدست آمده و کمترین محتوای آب اولیه با میانگین ۴/۸۵ درصد متعلق به تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درص نیاز آبی گیاه و عدم مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید بود (جدول-۳). میرزاخانی و سیبی (۱۳۸۹)، عنوان کردند که محتوای آب اولیه‌ی بافت‌های برگ گیاه با میانگین ۴/۳۴ درصد مربوط به تیمار آبیاری نرمال (شاهد) و کمترین مقدار آن با میانگین ۳/۰۳ درصد مربوط به تیمار تنش آبی شدید (آبیاری بر اساس ۵۵ درصد نیاز آب گیاه) بود. آن‌ها همچنین در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت بیشترین و کمترین مقدار محتوای آب اولیه با میانگین‌های ۳/۸۳ و ۳/۱۱ درصد به ترتیب به تیمارهای مصرف ۳ تن در هکتار و عدم مصرف زئولیت نسبت دادند.

رابطه‌ی مستقیمی بین محتوای آب اولیه بافت‌های گیاهی با مقدار آب قابل دسترس گیاه وجود دارد. به‌طوریکه با افزایش شدت تنش آبی، به دلیل عدم توانایی در جذب آب، محتوای آب اولیه بافت‌های گیاه کاهش خواهد یافت و به دنبال آن رشد و تقسیم سلولی در گیاه نیز کاهش و یا مختل خواهد شد. با استفاده از زئولیت این رطوبت از دست رفته در هنگام تنش آبی تا حد قابل ملاحظه‌ای قابل نگهداری بوده و گیاه نسبت به تیمار عدم مصرف زئولیت رشد مطلوبتری را نشان می‌دهد و آب موجود در بافت‌های برگ نیز حفظ خواهند شد.

Archive of SID
www.SID.ir

آب نهایی برگ (Leaf internity water)

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس مشاهده شد که آب نهایی برگ تحت تأثیر آبیاری، مصرف زئولیت، اثر متقابل آبیاری و زئولیت، اثر متقابل زئولیت و سالیسیلیک اسید و همچنین اثر متقابل سه گانه‌ی آبیاری، زئولیت و سالیسیلیک اسید قرار گرفته و در سطح آماری یک درصد و تحت تأثیر مصرف سالیسیلیک اسید در سطح آماری پنج درصد معنی دار شدند. طبق نتایج این جدول اثر متقابل آبیاری و سالیسیلیک اسید از لحاظ آماری اختلاف معنی داری را روی آب نهایی برگ نشان نداد (جدول-۱). طبق نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی با افزایش شدت تنش آبی، آب نهایی برگ کاهش می‌یابد به‌طوری که بیشترین مقدار آن با میانگین ۲۳/۲۹ درصد در تیمار آبیاری شاهد (بدون اعمال تنش آبی) بدست آمد و کمترین آن با میانگین ۲۰/۸۷ درصد متعلق به تیمار تنش شدید آبی (آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود. در بین سطوح مختلف زئولیت نیز با افزایش مقدار مصرف آن، آب نهایی برگ نیز افزایش می‌یابد به‌طوری که بیشترین و کمترین مقدار آب نهایی برگ با میانگین‌های ۲۳/۰۰ و ۲۰/۴۰ درصد به ترتیب مربوط به تیمارهای مصرف ۸ و ۴ تن زئولیت در هکتار بود. همچنین با مصرف سالیسیلیک اسید نیز مقدار آب برگ نسبت به تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید افزایش پیدا کرد (جدول-۲). بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات مشاهده شد که بیشترین آب نهایی برگ با میانگین ۲۵/۰۳ درصد مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار به همراه محلول پاشی سالیسیلیک اسید بود و کمترین آب نهایی برگ با میانگین ۱۶/۲۹ درصد متعلق به تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه به همراه مصرف ۴ تن زئولیت در هکتار و عدم مصرف سالیسیلیک اسید بود (جدول-۳).

نتایج نشان داد که مقدار آب نهایی برگ‌های گیاهانی که تحت شرایط تنش کمبود آب بودند، کمتر از تیمار آبیاری شاهد بود. می‌توان گفت که این گیاهان مجبور بودند، به دلیل دسترسی کمتر به مقادیر کافی از آب، همواره مقدار آب موجود در سلول‌ها و بافت‌های خود را در سطح پایین تری حفظ نمایند. به‌طوریکه طبق فرمول محاسبه‌ی درصد آب نهایی برگ، در هنگام نمونه برداری و انجام آزمایش سطح پایین آب موجود در بافت‌های این گیاهان کاملاً مشهود بود.

ناپایداری غشاء سلول

(Cell Memberant Un-stability)

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس صفات، ناپایداری غشاء سلول تحت تأثیر تنش آبی، مصرف زئولیت و مصرف سالیسیلیک اسید و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفته و همگی در سطح آماری یک درصد معنی دار شدند (جدول-۱). طبق نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی مشاهده شد که با افزایش شدت تنش آبی ناپایداری غشاءسلولی نیز افزایش می‌یابد به‌طوری که بیشترین ناپایداری غشاء سلولی با میانگین ۲۷۱۲/۸۸ میکروزیمنس بر سانتی متر متعلق به تیمار تنش شدید آبی (آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه) و کمترین ناپایداری غشاء سلولی با میانگین ۲۴۶۹/۱۳ میکروزیمنس بر سانتی متر متعلق به تیمار عدم تنش آبی (شاهد) بود. در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت نیز با افزایش مقدار مصرف زئولیت ناپایداری غشاء سلولی نیز کاهش پیدا کرد به‌طوری که بیشترین و کمترین ناپایداری غشاءسلولی با میانگین ۲۶۱۷/۸۳ و ۲۵۰۳/۰۴ میکروزیمنس بر سانتی متر به ترتیب مربوط به تیمارهای عدم مصرف و مصرف ۸ تن زئولیت در هکتار بدست آمد. همچنین محلول پاشی سالیسیلیک اسید نیز توانست ناپایداری غشاء سلولی را نسبت به تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید کاهش دهد (جدول-۲). نتایج جدول مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل صفات نشان داد که بیشترین ناپایداری غشاء سلولی با میانگین ۲۹۱۲/۷۵ میکروزیمنس بر سانتی متر مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه به همراه مصرف ۴ تن زئولیت در هکتار و عدم مصرف سالیسیلیک اسید بوده و کمترین ناپایداری غشاء سلولی با

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین ۲۲۸۵/۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر از تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و عدم مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید بدست آمد (جدول-۳).

پورداد و همکاران (۱۳۸۷) در بررسی تحمل به خشکی گلرنگ‌های بهاره در مناطق مختلف کشور اظهار داشتند که، در شرایط تنش و عدم تنش رطوبتی، پایداری غشاء سلولی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر آماری در سطح یک درصد معنی دار بود. به‌طوری که ژنوتیپ‌های S-541 و Kino-76 به ترتیب با میانگین ۰/۹۷۳۴ و ۰/۵۶۵۶ بیشترین و کمترین پایداری غشاء سلولی را به خود اختصاص دادند. عظیم زاده و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی مقاومت به خشکی ۱۶ ژنوتیپ گلرنگ اظهار داشتند که، ژنوتیپ LRV-51-51 با میانگین ۱۱۲۸ میکروموس بر سانتیمتر کمترین مقدار هدایت الکتریکی را به خود اختصاص داد، که در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی بیشترین تحمل به خشکی را دارا بود.

تغییرات دائمی سطح تورژسانس آب سلول‌های گیاهی در اثر نوسانات شدید رطوبت خاک، باعث ایجاد اختلال در کار تراوایی غشای سلول‌ها خواهد شد. به‌طوریکه اینگونه سلول‌ها قابلیت کنترلی خود را بر روی خروج الکترولیت‌های موجود در سلول از دست داده و یا اینکه سطح کنترل بسیار کاهش خواهد یافت و در نتیجه اختلال در فرآیند کنترل غشای سلولی، ما شاهد نشت و برون رفت الکترولیت سلول به فضای خارج سلولی خواهیم بود. بر پایه آزمایش اندازه گیری پایداری غشای سلول، محلول محتوای بافت گیاهی که دارای هدایت الکتریکی بیشتری باشد، در واقع دلالت بر تخریب بیشتر خاصیت تراوایی غشای سلول‌های آن بافت گیاهی دارد. معمولاً با افزایش شدت تنش کمبود آب، میزان تخریب و ناپایداری غشای سلولی نیز افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که مصرف زئولیت از طریق فراهم نمودن مقادیر بیشتری از آب آبیاری برای ریشه ها، باعث ایجاد شرایط رشد و نمو بهتری برای گیاهان شده و از شدت تخریب غشاء سلول‌ها می‌کاهد و مصرف سالیسیلیک اسید نیز با جلوگیری از تبخیر و تعرق بیش از حد در گیاه در این امر مؤثر می‌باشد.

نتیجه گیری

بیشتر صفات زراعی و فیزیولوژیک گلرنگ بهاره تحت تأثیر تیمار تنش آبی قرار گرفتند و با افزایش شدت تنش آبی مقادیر این صفات کاهش می‌یابند. تیمارهای مصرف زئولیت (۴و۸ تن در هکتار)، برتری قابل ملاحظه‌ای را نسبت به تیمار عدم مصرف زئولیت نشان دادند و موجب افزایش صفاتی چون قطر غوزه‌ی اصلی، وزن هزاردانه‌ی غوزه‌ی فرعی، عملکرد بیولوژیک غوزه‌ی اصلی، میزان آب برگ، محتوای آب اولیه و آب نهایی برگ شد و همچنین مصرف سالیسیلیک اسید توانست بر صفاتی مانند: قطر غوزه‌ی اصلی، وزن هزاردانه‌ی غوزه‌ی فرعی، عملکرد اقتصادی غوزه‌های فرعی، درصد آب برگ، محتوای آب اولیه و آب نهایی برگ اثر گذاشته و موجب افزایش آن‌ها شود. با مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید می‌توان ناپایداری غشاء سلولی را در شرایط تنش آبی نسبت به زمان عدم مصرف آن‌ها کاهش داد و با مصرف آن‌ها می‌توان اثرات سوء تنش آبی را که به گیاهان وارد می‌شوند را تا حد قابل ملاحظه‌ای کم کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع References

امیدی، ا. ح. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی در مراحل رشدی مختلف بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد ۲-۲۵، شماره ۱، صفحات ۳۱-۱۵.

پورداد، س. س.، خ. علیزاده، ر. عزیزی نژاد، ع. شریعتی، م. اسکندری، م. خیاوی و ع. نباتی. ۱۳۸۷. بررسی مقاومت به خشکی گلرنگ‌های بهاره در مناطق مختلف. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال دوازده، شماره چهل و پنج (ب)، صفحات ۴۰۳-۴۱۵.

خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۵. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۵۶۴صفحه

عظیم زاده، س. م.، ا. نیستانی و م. رفیعی. ۱۳۸۵. بررسی مقاومت به خشکی ۱۶ ژنوتیپ گلرنگ. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان. صفحه ۲۹۵.

فراست، م. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تنش کمبود آب بر خصوصیات زراعی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ارقام گلرنگ. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، ۱۳۲ صفحه.

موسوی فر، ب.ب.ا. م.ع. بهدانی. م. جامی الاحمدی. و م.س. حسینی بجد. ۱۳۸۸. اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد زایشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و روغن سه رقم گلرنگ بهاره. نشریه‌ی بوم شناسی کشاورزی، جلد۱، شماره‌ی ۱، صفحات ۴۱-۵۱.

میرزاخانی، م و م. سیبی. ۱۳۸۹. پاسخ صفات فیزیولوژیکی گلرنگ به تنش آبی و مصرف زئولیت. خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه‌ی پایدار، فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، شیراز.

Al-Busaidi, A, T. Yamamoto and M. Irshad. 2007. The Ameliorative Effect of Artificial zeolite on Barley under Saline Conditions, Jornal of Applied Sciences 7 (16): 2272-2276.

Aman, Y. A., Habibi, D., Mashhadi Akbar Boujar, M. and Khodabandeh, N. 2005. Antioxidant enzyme as index for selecting different genotypes of sunflower for drought tolerance. Iranian J. Agron. Plant Breed. 1:1-11.

Andrews, R. D and S. B. Kimi. 1996. Improvements in yield and quality of crops with zeoponic fertilizer delivery systems: Turf, flower, vegwtables, and Grain. Malaysian Agricultural Research and Development Institue.

Ashkani, J. H. Pakniyat, Y. Emam, M. T. Assad and M. J. Bahrami. 2007. The Evaluation and Relationships of some physiological Traits in spring safflower (Carthamus tinctorius L.) Under stress and Non-stress water Regimes. J. Agric. Sci, Technol (2007) vol. 9:267-277.

Bandurska, H. 2000. Does proline accumulated in leaves of water stressed barley plants confine cell membrane injury? I. Free proline accumulation and membrane injury index in drought and osmotically stressed plants. Acta Physiologiae Plantarum 22: 409-415.

Behdani, M.A., Jami Al-Ahmadi, M., 2008. Evaluation of growth and yield safflower cultivars in different planting dates. Iran. Agron. Res. 6 (2) , 245-254. (In Persian with English summary).

Bezrukova, M. V. Sakhabutdinova, R. Fatkhutdinova, R. A. Kyldiarova. I. Shakirova, and F. A. R. Sakhabutdinova. 2001. The role of hormonal changes in protective action of salicylic acid on growth of wheat seedlings under water deficit. Agrochemiya (Russ) , 2, 51–54.

Archive of SID
www.SID.ir

Blum, A and A. Ebercon. 1980. Cell membrane stability as a measure of drought and heat tolerance in wheat. Crop Sci. 21: 43-47.

Cabuslay, G.S., Ito, O., Alejar, A.A., 2002. Physiological evaluation of responses of rice (Oriza sativa L.) to water deficit. Plant. Sci. 163, 815-827.

Camas, N., C, Cirak and E. Esendal. 2007. Seed yield, oil contend and fatty acids composition of safflower (CarthamustinctoriusL.) grown in northern Turkey conditions.J. Fac. Agric., OMU. 22 (1): 98-104.

Cavero, J., Plant, R. E., Shennan, C. Friedman, D. B. Williams, J. R. Kiniry, J. R. Benson, V.W., 1999. Modeling nitrogen cycling in tomato-safflower and tomato-wheat rotations.Agricultural Systems. 60: 123-135.

Clarke, J. M. and McCaig, T.N. 1982. Excised-leaf Water Retention Capability as an Indicaror of Drought Resistance of triticum Genotypes. Can J. Plant Sci. 62: 571-578.

Clavel, D., Drame, N.K., Roy-Macauley, H., Braconnier, S., Laffray, D., 2005. Analysis of early responses to drought associated with field drought adaptation in four Sahelian groundnut (Arachis hypogaea L.) Cultivars. Environ. Exp. Bot. 54, 219-230.

Esendal, E., A. Tstanrnilhioglub. B. Arslana, C. Pashaa. 2008. Effect of water stress on growth components of winter safflowcr (Carihomiistinctorius/,.). 7th International safflower.conference. Australia.

F.A.O, 2006. FAOSTAT Statistics Database. Available online at: http://faostat.fao.org.

Hamrouni, I., H. B. Salah and B. Marzouk. 2001. Effects of water-deficit on lipids osafflowcr aerial pails, Phytochemistry. 58: 277-280.

Huang, Z. T and A.M. Petrovic, 1995. Physical properties of sand a affected by clinoptilolite zeolite particle size and quantity. J.Turfgrass management.1 (1):1-15.

Ibrahim, K.M., A. M. Ghrir and H. N. Khoury. 2001. Influence of Jordanian chabazite philipsite tuffon nutrient concentration and yield of strawberry. Department of geology, University of Jordan, Amman, Jordan.

Jazaeri Nushabadi, M.R., Rezaei, A.M., 2007. Evaluation of relations between parameters in oat cultivars in water stress and non- stress conditions. Sci. and Met. Agri. and Nat. Sou. 11 (1) , 265-278. (In Persian with English summary).

Kafi, M., Rostami, M., 2008. Effect of drought stress in reproductive growth stage on yield and components yield and oil content three safflower cultivars in irrigation with salty water conditions. Iran. Agron. Res. 5 (1) , 121-131. (In Persian with English summary).

Kang, G. 2003. Salicylic acid changes activities of H2O2 metabolizing enzymes and increases the chilling tolerance of banana seedlings. Environmental and Experimental Botany.50:9-15.

Kar, G., A. Ktimar and M. Martha. 2007. Water use efficiency and crop coefficients of dry season oilseed crops. Agricultural Water Management. 87: 73-82.

Koutroubas, S.D., Papakosta, D.K., Doitsinis, A., 2000. Water requirments for castor oil crop (Ricinnus communis L.) in a Mediterranean climate. J. Agron. Crop. Sci. 14, 33-41.

Archive of SID

www.SID.ir

Kumar. P. 1997. Effect of Salicylic acid on flowering, pod formation and yield of pea (Pisum sativum L.). In Abst National Seminar on Plant Physiology for sustainable Agriculture. March 19-21 1997, IARI, New Dehli, PP. 69.

Kumar, P. 1999. Effect of Salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean (Glycine max L. Merrill). Indian J. Plant physiol. 4: 327 330.

Leonard, J.E., French, D.F., 1969. Growth yield and yield component of safflower as affected by irrigation regimes. Crop. Sci. 61, 111-113.

Levitt, J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Vol. II. Water, Radiation, Salt and Other Stresses. Academic Press., New Yourk.

Lovelli, S., M. Perniola, A. Ferrara and T. D. Tommaso. 2007. Yield response factor to water and water use efficiency of CarthannislinctorhtsL. and SolamimmelongenaL. Agricultural Water Management. 92: 73-80.

Mousavifar, B.E., Behdani, M.A., Jami Al-Ahmadi, M., 2009. Response of spring safflower cultivars to different irrigation intervals in Birjand condition. In: proceedings of regional congress on water crisis and drought. Rasht, Iran, pp. 670-675. (In Persian with English summary).

Mumpton, F. A. 1996. Mineralogy and geology of natural Zeolite. Department of the Earth Science. University of New York, U S A.

Nabipour, M. M. Meskarbashee and H. Yousefpour. 2007. The effect of water deficit on yield and yield components of safflower (Cartamus tinctorius L.) Pakistan Journal of Biological Sciences 10 (3):421-426.

Ozturk, E., H. Ozer and T. Potal. 2008. Growth and yield of safflower genotypes grownunder irrigated and non-irrigated conditions in a highland environment. Plant SoilEnviron. 54 (10): 453-460.

Polat, E. M. Karaca, H. Demir and A. Nacio Onus. 2004. Use of natural zeolite (Clinoptilolite) in agriculture. J. Fruit Ornam. Plant Res.12:183-189.

Quiroga. A. R., M. Diaz-Zorita and D. E. Buschiazzo. 2001. Safflower productivity as related (o soil water storage and management practices in semiarid regions. Commun.Soil Sci. Plant Annl.32: 2851-2S62.

Rashed Mohasel, M.H., Behdani, M.A., 1994. Evaluation of the effect of cultivar and density on yield and components yield safflower plant. Sci. Agro. Indu. 8 (2) , 110-122.

Rasking, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiology Plant Mol. Biol.,43, 439 463.

Rostami, M, R. Mirzaei and M. kafi., 2003. Assessment of droght resistance in four safflower (Carthamus thinctorius L.) cultivars at the germination stage. 7th International Conference on Development of Dryland. 14-17 September 2003. Tehran. IRAN.

Senaratna, T, D. Touchell, E. Bunn and K. Dixon. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plant. Plant Growth Regul, 30, 157 161.

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

Singh, G. 1980. Effect of growth regulators on podding and yield of mung bean (Vigna radiate L.) Wilczek

Archive of SID

www.SID.ir

Indian.J. plant physiol. 23:366-370.

Tavakoli, A., 2002. Evaluation of the effect of irrigation disruption in different growth stages on yield and components yield safflower plant. MSc. Thesis. Fac. Agric. Tehran Univ., Iran. (In Persian with English summary).

Venkateswarlu, B and K. Ramesh. 1993. Cell membrane stability and biochemical response of cultured cells of groundnut under polyethylene glycol-induced water stress. Plant Sci. 90: 179-185.

Archive of SID

www.SID.ir