اثر تنش آبی، مصرف زئولیت و مصرف سالیسیلیک اسید بر ناپایداری غشاء سلولی گلرنگ بهاره

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

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.
2- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فراهان.
3- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک.
sibi_mohammad@yahoo.com

چکیده:
به منظور بررسی ناپایداری غشاء سلولی گلرنگ تحت تأثیر تنش آبی و مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید، آزمایشی در سال زراعی 1389 به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه ی بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه ی تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک اجرا شد. در این آزمایش تنش آبی به عنوان عامل اصلی در سه سطح I_0= آبیاری بر اساس نیاز آبی گیاه (شاهد)، I_1= آبیاری به میزان 85 درصد نیاز آبی گیاه، I_2= آبیاری به میزان 70 درصد نیاز آبی گیاه در کرت های اصلی و مصرف مقادیر مختلف زئولیت در سه سطح Z_0= عدم مصرف زئولیت (شاهد)، Z_1= مصرف زئولیت به مقدار چهار تن در هکتار، Z_2= مصرف زئولیت به مقدار هشت تن در هکتار و مصرف سالیسیلیک اسید در دو سطح SA_0= عدم مصرف سالیسیلیک اسید و SA_1= مصرف سالیسیلیک اسید (محلول پاشی با غلظت 300 پی پی ام) به عنوان عوامل فرعی به صورت فاکتوریل در کرت های فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که اثر سطوح مختلف تنش آبی بر صفت قطر غوزه ی اصلی در سطح آماری پنج درصد و بر صفاتی مانند: عملکرد اقتصادی غوزه های فرعی، درصد 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 غوزه ی اصلی در سطح آماری پنج درصد و بر صفات عملکرد اقتصادی غوزه های فرعی، درصد آب، 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 غوزه ی اصلی، مقدار آب، محتوای آب اولیه و ناپایداری غشاء سلولی در سطح آماری یک درصد و بر صفات وزن هزار دانه ی غوزه ی اصلی و آب نهایی برگ در سطح آماری پنج درصد معنی دار شد.

کلمات کلیدی: زئولیت، سالیسیلیک اسید، گلرنگ، ناپایداری غشاء سلول.

مقدمه: ایران به دلیل موقعیت مکانی (عرض جغرافیایی 25 تا 38 درجه شمالی)، اقلیمی و ساختار طبیعی خود جزء مناطق خشک (65 درصد) تا نیمه خشک (25 درصد) محسوب می شود (Jazaeri Nushabadi and Rezaei, 2007). بنابر این خشکی یکی از مشکلاتی است که در بخش های زیادی از کشور ایران تولید محصولات زراعی را به خصوص در مراحل انتهایی رشد (مرحله ی زایشی) کاهش می دهد (Mousavifar, 2009). از جمله دلایل احتمالی اثر گذاری بیشتر تنش خشکی در مرحله ی زایشی عبارتند از: انتقال مجدد نیتروژن و کربو هیدرات ها از برگ به دانه با افزایش سن برگ، تخریب ساختمان کلروفیل و کمپلکس های برداشت کننده ی نور، افزایش میزان مقاومت روزنه ای با افزایش سن برگ و کاهش فعالیت رابیسکو و احیای مجدد RUB (Cabuslay et al., 2002). در شرایط تنش آبی، یکی از اولین بخش های گیاهی که آسیب می بیند، غشای پلاسمایی سلولهاست (Levitt, 1980). علاوه بر کمبود آب و تنش خشکی در کشور ایران، روند افزایش جمعیت در طی سال های اخیر و به تبع آن افزایش مصرف سرانه ی روغن خوراکی که یکی از محصولات غذایی عمده ی کشور است، موجب افزایش واردات روغن با مصرف هزینه های هنگفت شده، به طوری که تنها حدود 7 درصد روغن مصرفی در داخل کشور تولید شده و بیش از 93 درصد آن از خارج از کشور وارد می شود (Tavakoli, 2002)، لذا نیاز به یک گیاه دانه روغنی و متحمل به شرایط کمبود آب در کشور

احساس می شود. گلرنگ گیاهی دانه روغنی و از خانواده ی Astraceae می باشد و به دلیل خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی ویژه ای که دارد (خواجه پور، 1385)، به عنوان گیاه متحمل به شرایط خشکی شناخته شده و قادر است میزان روغن مناسب، که در شرایط مساعد بسته به رقم تا 45 درصد می رسد، تولید نماید (Tavakoli, 2002). در سال های اخیر توسعه ی سیستم های 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 می شود توصیه شده است که زئولیت یکی از این مواد معدنی می باشد (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 آلودگی های زیست محیطی می باشد (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 کانی های زئولیت در مزارع کشاورزی می باشد (Polat et al., 2004). اسید سالیسیلیک از ترکیبات فنلی است که در تعداد زیادی از گیاهان وجود دارد. این ترکیب امروزه به عنوان ماده ای شبه هورمونی محسوب می گردد، که نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان ایفا می کند (Kang, 2003). اسید سالیسیلیک نقش مهمی در ایجاد مقاومت به تنش های محیطی بر عهده دارد (Rasking, 1992). سالیسیلیک در گیاهانی که تحت تنش های محیطی قرار دارند، نقش حفاظتی دارد. سالیسیلیک اسید سبب افزایش مقاومت به شوری در گیاهچه های گندم (Shakirova and Bezrukova, 1997) و مقاومت به کمبود آب می گردد(Bezrukova et al., 2001).

مواد و روش ها: این آزمایش در سال زراعی 1389 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 34 درجه و 3 دقیقه عرض شمالی و 49 درجه و 48 دقیقه طول شرقی و ارتفاع از سطح دریا 1757 متر قرار دارد. این تحقیق بر اساس آزمایش اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه ی بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. کرت های اصلی به تنش آبی در سه سطح I_0= آبیاری بر اساس 100 درصد نیاز آبی گیاه (شاهد)، I_1= آبیاری به میزان 85 درصد نیاز آبی گیاه، I_2= آبیاری به میزان 70 درصد نیاز آبی گیاه و کرت های فرعی به صورت فاکتوریل به مصرف زئولیت در سه سطح Z_0= عدم مصرف زئولیت (شاهد)، Z_1= مصرف زئولیت به مقدار چهار تن در هکتار، Z_2= مصرف زئولیت به مقدار هشت تن در هکتار و مصرف سالیسیلیک اسید در دو سطح SA_0= عدم مصرف، SA_1= مصرف سالیسیلیک (در زمان شروع غوزه دهی به صورت محلول پاشی با غلظت 300 پی پی ام)، اختصاص یافتند. تراکم مورد نظر 40 بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. در این آزمایش برای اندازه گیری شاخص ناپایداری غشای سلول، ابتدا با استفاده از پودر مانیتول و آب مقطر، محلول 2- اتمسفر از مانیتول ساخته شد و داخل هر لوله آزمایش 10 میلی لیتر از این محلول ریخته شد. سپس پنج دیسک به قطر یک سانتیمتر از پهنک برگ های گیاهان هر تیمار تهیه و به مدت 24 ساعت در محلول مانیتول داخل لوله های آزمایش قرار داده شد. پس از گذشت مدت زمان لازم مقدار هدایت الکتریکی محلول هر لوله ی آزمایش بطور جداگانه با دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه گیری و ثبت شد. محتوای آب اولیه، درصد آب برگ و درصد آب نهایی برگ نیز با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید.

100× وزن تر برگ تازه / (وزن برگ، 3 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

محتوای آب اولیه: 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-1). نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که محتوای آب اولیه تحت تأثیر افزایش شدت تنش آبی کاهش نشان می دهد به طوری که بیشترین و کمترین محتوای آب اولیه با میانگین های 8/35 و 5/50 درصد به ترتیب مربوط به تیمار های آبیاری بر اساس 100 و 70 درصد نیاز آبی گیاه بود. همچنین نتایج این جدول در مورد مقدار نوسانات محتوای آب اولیه ی بافت های برگ در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت نیز معنی دار بود به طوری که با افزایش مقدار مصرف زئولیت، محتوای آب اولیه با میانگین 7/20 درصد مربوط به تیمار مصرف 8 تن زئولیت در هکتار و کمترین محتوای آب اولیه با میانگین 6/34 درصد مربوط به تیمار عدم مصرف زئولیت بود (جدول-2). محلول پاشی سالیسیلیک اسید نیز اثر مثبتی را بر محتوای آب اولیه داشته و باعث افزایش محتوای آب اولیه با میانگین 7/02 درصد نسبت به تیمار عدم مصرف سالیسیلیک اسید با میانگین 6/51 درصد شد (جدول-2). میرزاخانی و سیبی (1389)، عنوان کردند که محتوای آب اولیه ی بافت های برگ گیاه با میانگین 4/34 درصد مربوط به تیمار آبیاری نرمال (شاهد) و کمترین مقدار آن با میانگین 3/03 درصد مربوط به تیمار تنش آبی شدید (آبیاری بر اساس 55 درصد نیاز آب گیاه) بود. آن ها همچنین در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت بیشترین و کمترین مقدار محتوای آب اولیه با میانگین های 3/83 و 3/11 درصد به ترتیب به تیمارهای مصرف 3 تن در هکتار و عدم مصرف زئولیت نسبت دادند. رابطه ی مستقیمی بین محتوای آب اولیه بافت های گیاهی با مقدار آب قابل دسترس گیاه وجود دارد. به طوریکه با افزایش شدت تنش آبی، به دلیل عدم توانایی در جذب آب، محتوای آب اولیه بافت های 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 ملاحظه ای قابل نگهداری بوده و گیاه نسبت به تیمار عدم مصرف

منابع تغییرات	درجه آزادی	محتوای آب اولیه	آب نهایی برگ	ناپایداری غشاء سلول
تکرار	3	0/097 $^{n.s}$	0/88 $^{n.s}$	8843/05 $^{n.s}$

زئولیت رشد مطلوبتری را نشان می دهد و آب موجود در بافت های برگ نیز حفظ خواهند شد.

(جدول-1) نتایج تجزیه واریانس صفات
(Table-1)Variance analysis of characters

		میانگین مربعات MS		
آبیاری	2	50/41 **	44/29 **	389508/87 **
خطای عامل اصلی	6	0/058	3/22	15398/70
زئولیت	2	4/49 **	40/48 **	85085/29 **
سالیسیلیک اسید	1	4/68 **	9/04 *	178005/55 **
آبیاری×زئولیت	4	0/485 **	11/21 **	80935/91 **
آبیاری×سالیسیلیک اسید	2	0/177 $^{n.s}$	4/02 $^{n.s}$	189707/76 **
زئولیت×سالیسیلیک اسید	2	0/321 *	20/46 **	91252/43 **
آبیاری×زئولیت×سالیسیلیک اسید	4	0/202 *	8/69 **	152480/88 **
خطای عامل فرعی	45	0/070	1/49	10739/21
ضریب تغییرات(درصد)		3/91	5/63	4/03

Ns، *،** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.
NS,* and**: Non significant at the 5% and 1% levels probability respectively

آب نهایی برگ: 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 گانه ی 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-1). طبق نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی با افزایش شدت تنش آبی، آب نهایی برگ کاهش می یابد به طوری که بیشترین مقدار آن با میانگین 23/29 درصد در تیمار آبیاری شاهد (بدون اعمال تنش آبی) بدست آمد و کمترین آن با میانگین 20/87 درصد متعلق به تیمار تنش شدید آبی (آبیاری بر اساس 70 درصد نیاز آبی گیاه) بود. در بین سطوح مختلف زئولیت نیز با افزایش مقدار مصرف آن، آب نهایی برگ نیز افزایش می یابد به طوری که بیشترین و کمترین مقدار آب نهایی برگ با میانگین های 23/00 و 20/40 درصد به ترتیب مربوط به تیمارهای مصرف 8 و 4 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-2). نتایج نشان داد که مقدار آب نهایی برگ های گیاهانی که تحت شرایط تنش کمبود آب بودند، کمتر از تیمار آبیاری شاهد بود. می توان گفت که این گیاهان مجبور بودند، به دلیل دسترسی کمتر به مقادیر کافی از آب، همواره مقدار آب موجود در سلول ها

تیمار	محتوای آب اولیه (درصد)	آب نهایی برگ (درصد)	ناپایداری غشاء سلول (میکروزیمنس بر سانتی متر)
تنش آبی			
I_0 (100% نیاز آبی گیاه)	8/35 a	23/29 a	2469/13 b
I_1 (85% نیاز آبی گیاه)	6/45 b	21/01 b	2526/75 b
I_2 (70% نیاز آبی گیاه)	5/50 c	20/87 b	2712/88 a
زئولیت			
Z_0 (عدم مصرف)	6/34 c	21/78 b	2617/83 a
Z_1 (4 تن در هکتار)	6/76 b	20/40 c	2587/88 a

و بافت های خود را در سطح پایین تری حفظ نمایند. به طوریکه طبق فرمول محاسبه ی درصد آب نهایی برگ، در هنگام نمونه برداری و انجام آزمایش سطح پایین آب موجود در بافت های این گیاهان کاملاً مشهود بود.

(جدول- 2) مقایسه میانگین های اثرات اصلی

(Table-2) Mean comparison of main effects

Z_2 (8 تن در هکتار)	7/20 a	23/00 a	2503/04 b
سالیسیلیک اسید			
SA_0 (عدم مصرف)	6/51 b	21/37 b	2619/31 a
SA_1 (محلول پاشی)	7/02 a	22/08 a	2519/86 b

میانگین هایی که 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.

ناپایداری غشاء سلول: بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس صفات، ناپایداری غشاء سلول تحت تأثیر تنش آبی، مصرف زئولیت و مصرف سالیسیلیک اسید و اثرات متقابل آن ها قرار گرفته و همگی در سطح آماری یک درصد معنی دار شدند (جدول-1). طبق نتایج جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی مشاهده شد که با افزایش شدت تنش آبی ناپایداری غشاءسلولی نیز افزایش می یابد به طوری که بیشترین ناپایداری غشاء سلولی با میانگین 2712/88 میکروزیمنس بر سانتی متر متعلق به تیمار تنش شدید آبی (آبیاری بر اساس 70 درصد نیاز آبی گیاه) و کمترین

ناپایداری غشاء سلولی با میانگین 2469/13 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 به طوری که بیشترین و کمترین ناپایداری غشاءسلولی با میانگین 2617/83 و 2503/04 میکروزیمنس بر سانتی متر به ترتیب مربوط به تیمارهای عدم مصرف و مصرف 8 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-2). تغییرات دائمی سطح تورژسانس آب سلول های گیاهی در اثر نوسانات شدید رطوبت خاک، باعث ایجاد اختلال در کار تراوایی غشای سلول ها خواهد شد. به طوریکه اینگونه سلول ها قابلیت کنترلی خود را بر روی خروج الکترولیت های 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 سلول های آن بافت گیاهی دارد. معمولاً با افزایش شدت تنش کمبود آب، میزان تخریب و ناپایداری غشای سلولی نیز افزایش می یابد. به نظر می رسد 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 سلول ها می کاهد و مصرف سالیسیلیک اسید نیز با جلوگیری از تبخیر و تعرق بیش از حد در گیاه در این امر مؤثر می باشد.

منابع:

1. **خواجه پور، م. ر.** 1385. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. 564صفحه
2. **میرزاخانی، م و م. سیبی.** 1389. پاسخ صفات فیزیولوژیکی گلرنگ به تنش آبی و مصرف زئولیت. خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه ی پایدار، فرصت ها و چالش های پیش رو، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، شیراز. صفحه ی 21.
3. **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.
4. **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.
5. **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.
6. **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.
7. **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).
8. **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.
9. **Levitt, J. 1980.** Responses of plants to environmental stresses. Vol. II. Water, Radiation, Salt and Other Stresses. Academic Press., New Yourk.
10. **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).
11. **Mumpton, F. A. 1996.** Mineralogy and geology of natural Zeolite. Department of the Earth Science. University of New York, U S A.
12. **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.

13. **Rasking, I. 1992.** Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiology Plant Mol. Biol.,43, 439 463.
14. **Shakirova, F. M and M. V. Bezrukova. 1997.** Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biology Bulletin, 24, 109-112.
15. **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).