

بررسی اثرات سالیسیلیک اسید بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم نان در شرایط تنش شوری (*Triticum aestivum L.*)

محمد معتمدی و عبدالکریم بنی سعیدی

1- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر جوانه زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم نان در شرایط تنش شوری اجرا شد. صفات نظیر درصد جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن تر گیاهچه، سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه بذر ارزیابی شدند. داده‌های حاصل، بر اساس آزمایش فاکتوریل با سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثرات سالیسیلیک اسید و تنش شوری برای تمامی صفات مورد بررسی معنی دار بود و اثر رقم بر صفات درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی و شاخص بنیه بذر بسیار معنی دار بود. با افزایش شدت تنش شوری درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه، وزن تر گیاهچه و بنیه بذر کاهش یافت. مقایسه میانگین اثرات اصلی نشان داد که دو رقم از نظر صفات درصد جوانه زنی، شاخص بنیه بذر و سرعت جوانه زنی متفاوت هستند. در تمام صفات مورد بررسی در شرایط نرمال (اعمال پیش تیمار آب مقطر) رقم چمران برتر از رقم سرداری بود. مصرف سالیسیلیک اسید در مقایسه با عدم مصرف آن سبب افزایش طول ریشه چه و ساقه چه در تیمارهای بدون تنش شده است. اما در گیاهچه های تنش دیده غلظت 0/5 میلی مولار سالیسیلیک اسید تنها در تیمار 80 میلی مولار نمک بر صفات طول ساقه چه و طول ریشه مانع کاهش و در وزن تر گیاهچه موجب افزایش صفت شده است. واکنش رقم چمران به غلظت بالاتر سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری مناسب تر بود.

کلمات کلیدی: سالیسیلیک اسید، شوری، وزن تر گیاهچه، بنیه بذر

مقدمه

در طبیعت گیاهان در برابر شرایط محیطی مختلفی از جمله خشکی و شوری قرار دارند که رشد آنها را محدود می کند. این تنش ها از مهم ترین عوامل کاهش دهنده محصولات کشاورزی در سطح جهان هستند. تنش های محیطی باعث می شود که تعادل بین گونه های فعال اکسیژن و سیستم دفاع سلولی در بخش های مختلف گیاه از بین برود (Bai et al., 2006). در نواحی خشک و نیمه خشک، شوری به عنوان مهمترین عامل محدود کننده در بستر بذر شناخته شده است که استقرار گیاه را تحت تأثیر قرار می دهد. در این مناطق بارندگی کافی برای آبرسانی نمک ها از منطقه ریشه وجود ندارد و اغلب به دلیل بالا بودن میزان تبخیر بر غلظت نمک در سطح خاک افزوده می شود. در خاک های شور پتانسیل اسمزی پایین بوده و غلظت زیاد املاح می تواند به گیاه آسیب برساند. شوری باعث اختلال در فعالیت هایی نظیر فتوسنتز می شود. مطابق نظر Parida و Das در سال 2005، سمیت یونی، تنش اسمزی و کمبود

مواد مغذی که در شرایط وقوع شوری رخ می دهد، سبب بهم خوردن توازن متابولیسم و در پی آن تنش اکسیداتیو می گردند. موزن در سال 2002 در تحقیقاتی بیان نمود که پاسخ گیاهان به تنش شوری شباهت زیادی به تنش خشکی دارد. وی کاهش رشد گیاه در تنش های شوری کوتاه مدت را به علت تنش اسمزی دانست و عنوان نمود در تنش های بلند مدت به علت ورود نمک زیاد در گیاه تنش های دیگری نظیر سمیت و عدم تعادل یونی به تنش اسمزی اضافه می گردند. Ashraf و Ali در سال 2008 بیان کردند تنش شوری تنها بر یک مرحله رشدی گیاه تاثیر سوء نمی گذارد بلکه با توجه به شدت تنش، نوع تنش، میزان مقاومت گیاه، مراحل مختلف رشدی، نوع بافت و اندام گیاهی واکنش به شوری متفاوت می باشد. به عنوان مثال چغندر قند در مرحله جوانه زنی حساس به شوری است ولی در مراحل بعدی رشد متحمل می گردد، در این حالت انتخاب برای تحمل به شوری در مرحله جوانه زنی مؤثرتر است (دولت آبادیان و همکاران، 1387).

جوانه زنی عبارت است از خروج ریشه چه از بذر که با عمل پاره کردن پوسته بذر و تحت تاثیر عوامل محیطی و عوامل داخلی بذر صورت می گیرد. Dai و همکاران در سال 2009 با بررسی اثر شوری بر سرعت و درصد جوانه زنی و همچنین رشد ریشه چه و ساقه چه در بسیاری از گیاهان زراعی نشان دادند که تنش شوری در مرحله جوانه زنی یک آزمون قابل اطمینان در ارزیابی تحمل بسیاری از گونه ها است زیرا شوری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه زنی و همچنین کاهش رشد ریشه چه و ساقه چه می گردد.

افزایش مقاومت گیاهان به شوری از راه های مختلف شامل به نژادی و استفاده از تنظیم کننده های رشد عملی است. در مقایسه با روش های به نژادی که اغلب بلند مدت و هزینه بردار هستند، استفاده از مواد شیمیایی شامل اسید جاسمونیک، اسید سالیسیلیک آسان تر و ارزان تر است. طی سال های اخیر پژوهش های گسترده ای بر نقش اسید سالیسیلیک به عنوان یک ملکول پیام رسان مهم در واکنش گیاه به عوامل بیماری زا انجام شده است (شعاع و میری، 1391). اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنلی از هورمونهای گیاهی است و به وسیله سلولهای ریشه و میکروارگانیسم های مختلف تولید شده و به اشکال مختلف در هوا، سطح برگ و اطراف سلولهای ریشه وجود دارد و با داشتن خاصیت آنتی اکسیدانی در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان نقش دارد. El-Tayeb در سال 2005 و مظاهری تیرانی و همکاران در سال 1387 بیان نمودند، سالیسیلیک اسید، نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه زنی ایفا می کند. سالیسیلیک اسید در گیاهانی که تحت تنش های محیطی قرار دارند نقش حفاظتی دارد. سالیسیلیک اسید سبب افزایش تحمل به شوری در گیاهچه های گندم و تحمل به کمبود آب می گردد (محمدی و همکاران، 1383).

شعاع و میری در سال 1391 کاربرد سالیسیلیک اسید با غلظت 0/5 میلی مولار در لیترا در کاهش عوارض تنش شوری ارقام مورد بررسی گندم مؤثر دانستند و اعمال آن به صورت پرایمینگ و محلول پاشی را توصیه کردند. در ضمن Senaranta و همکاران در سال 2002 گزارش کردند که استیل سالیسیلیک اسید (مشق مشابه سالیسیلیک اسید) اثرات ناشی از تنش خشکی و شوری را در گندم کاهش می دهد. همچنین Shakirova و همکاران در سال 2003 بیان نمودند، استفاده از سالیسیلیک اسید باعث افزایش عملکرد گندم گردید. Hamid و همکاران در سال 2010 گزارش نمودند که پیش تیمار (پرایم کردن) بذور گندم با اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری، موجب گیاهچه های قوی تر و بزرگ تری شده و میزان کلروفیل، محتوای قندهای محلول و پروتئین ها را گیاه افزایش داد.

بین گونه‌ها و ارقام مختلف از نظر واکنش به تنش شوری اختلاف وجود دارد، تحقیقات نسبتاً زیادی که بر روی جوانه زنی گیاهان زراعی مختلف انجام شده بیانگر این واقعیت است که با افزایش شوری طول ریشه چه، ساقه چه و همچنین وزن خشک گیاهچه به طور معنی داری در مقایسه با شاهد کاهش می‌یابد. Rahman و همکاران در سال 2008 در بررسی اثرات شوری ناشی از NaCl بر ارقام گندم عنوان نمودند، با افزایش تجمع نمک، کاهش طول ریشه چه، ساقه چه و وزن خشک گیاهچه رخ می‌دهد. دولت آبادیان و همکاران در سال 1387 در بررسی اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه زنی گندم نان عنوان نمودند، فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان بشدت تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد. فعالیت آنزیم کاتالاز بطور معنی داری در بالاترین غلظت نمک و بدون پیش تیمار سالیسیلیک اسید در مقایسه با شاهد افزایش می‌یابد.

از آنجا که بین گونه‌ها و حتی ارقام مختلف از نظر حساسیت به تنش شوری اختلاف وجود دارد، نیاز به مطالعه ارقام مختلف و عکس‌العمل آنها به شرایط شوری لازم بنظر می‌رسد. واکنش مراحل اولیه رشد در برابر شوری در مقایسه با شاهد بیانگر وضعیت ارقام در مواجهه با این تنش می‌باشد. در بین غلات گندم اهمیت ویژه ای دارد چرا که این گیاه زراعی، از محصولات غذایی عمده دنیای امروزی به شمار می‌رود. با توجه به نیاز شدید مردم به این محصول و نیز آب و هوای خشک و نیمه خشک ایران احساس می‌گردد که اقدام به تولید محصولاتی با قابلیت تحمل بیشتر به شرایط تنش و عملکرد بالا ضروری است.

هدف انجام این مطالعه بررسی تاثیر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه زنی و خصوصیات گیاهچه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش شوری و هم چنین مقایسه جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دو ژنوتیپ گندم می‌باشد.

مواد و روش ها:

این پژوهش در سال 1391 به منظور بررسی اثر پیش تیمار سالیسیلیک اسید بر جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه های گندم در شرایط تنش شوری در شرایط آزمایشگاه انجام گردید. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی جمعاً با 24 تیمار و 3 تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر اجرا گردید. در این آزمایش 3 فاکتور مورد بررسی قرار گرفت. فاکتور اول تیمار سالیسیلیک اسید در 3 سطح، فاکتور دوم غلظت های مختلف کلرید سدیم در 4 سطح و فاکتور سوم بذور دو رقم گندم نان می‌باشد. نحوه اجرای آزمایش بدین صورت می‌باشد که بذره‌های گندم (*aestivum L. Triticum*) شامل، ارقام چمران و سرداری را پس از ضد عفونی با هیپوکلریت سدیم به مدت 5 دقیقه بخوبی با آب مقطر شسته و 24 ساعت در محلول هایی با غلظت های (0، 0/5 و 1 میلی مولار) سالیسیلیک اسید بطور جداگانه خیسانده شد (دولت آبادیان و همکاران، 1387). پس از آن، بذره‌های خیس خورده در محلول سالیسیلیک اسید را به پتری دیش های استریل حاوی کاغذ صافی منتقل شدند. برای ایجاد تنش شوری از محلول کلرید سدیم با غلظت های 80، 160، 240 میلی مولار و اعمال آب مقطر (شاهد) به میزان 10 میلی لیتر در هر پتری دیش استفاده شد. در داخل هر تشتک پتری یک عدد کاغذ صافی واتمن قرار داده شد و بر روی آن 25 بذر قرار گرفت. سپس برای جوانه زنی در دمای 22 درجه سانتی گراد به مدت ده روز نگه داری شدند. روزانه تعداد بذر جوانه زده شمارش و در جدول مورد نظر قید گردید و در روز آخر تعداد بذور جوانه زده شمارش و صفات مورد مطالعه اندازه گیری و محاسبه شدند. در پایان آزمایش درصد جوانه زنی برای هر تشتک

پتری محاسبه شد. در این آزمایش معیار جوانه‌زنی بذر آن است که طول ریشه چه آن به حدود سه میلی متر برسد. درصد جوانه زنی بر اساس تعداد بذر جوانه زده هنگامی اندازه‌گیری می شود که سه روز پشت سر هم جوانه زنی جدیدی انجام نشود. طول ریشه چه و طول ساقه چه به کمک خط‌کش و بر اساس واحد میلی‌متر اندازه‌گیری شد. به این منظور خمیدگی گیاهچه باز شده و طول ریشه چه و طول ساقه چه از انتها تا محل اتصال به بذر اندازه‌گیری انجام گردید. وزن تر گیاهچه به کمک ترازوی حساس و بر اساس واحد گرم بدست آمد. وزن تر گیاهچه، طول ریشه چه و طول ساقه چه نیز بر اساس میانگین پنج گیاهچه اندازه‌گیری شد.

برای محاسبه درصد جوانه‌زنی از فرمول Scott و همکاران در سال 1984 استفاده گردید:

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = S/T \times 100$$

که در آن S تعداد بذور جوانه‌زده، T تعداد کل بذور می باشد.

و برای محاسبه سرعت جوانه زنی از رابطه Maguire در سال 1962 استفاده گردید:

$$R = \frac{\sum n}{\sum dn}$$

که در این رابطه R میانگین سرعت جوانه زنی، n تعداد بذور جوانه زده در روز مورد نظر و dn تعداد روز از شروع آزمایش می باشد.

با استفاده از فرمول Abdolbaghi و Anderson در سال 1970 بنیه جوانه زنی به صورت زیر محاسبه شد:

$$VI = \frac{\%Gr \times MSH}{100}$$

در این رابطه VI شاخص بنیه بذر، %Gr درصد جوانه زنی و MSH مجموع طول ساقه چه و ریشه چه می باشند. پس از اتمام مطالعه داده‌های هر گیاه جداگانه به منظور تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-C آنالیز شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس برای درصد جوانه زنی نشان داد که در سطح آماری 1% بین ارقام و سطوح شوری تفاوت معنی داری وجود دارد. هم چنین برای این صفت بین سطوح پیش تیمار سالیسیلیک اسید تفاوت بسیار معنی داری مشاهده گردید. این داده ها با نتایج محققانی نظیر دولت آبادیان و همکاران در سال 1387 و Rajasekaran و همکاران در سال 2002 مطابقت دارد. Munns در سال 2002 بیان داشت، مصرف خارجی سالیسیلیک اسید بر محدوده وسیعی از فرایندها از جمله جوانه زنی بذر، جذب و انتقال یونها و نفوذپذیری غشا تأثیر گذار است.

در این تحقیق اثرات متقابل سطوح شوری و رقم نیز در سطح آماری 5% معنی دار بودند ولی سایر اثرات متقابل تفاوت معنی داری نشان ندادند (جدول 1). این موضوع بیانگر واکنش های متفاوت ارقام در یک سطح شوری و تغییرات

رتبه بندی در سطوح دیگر شوری می باشد (جدول 2). واکنش ارقام در سطوح مختلف تفاوت دارد و در شرایط عدم تنش ژنوتیپ‌های دیگری برتری نشان دادند. این موضوع نشان می دهد که ممکن است ارقامی در شرایط عدم تنش جوانه زنی مطلوبی داشته باشند اما در شرایط تنش اینگونه نباشند. ژنوتیپ‌های برتر در شرایط عدم تنش از متوسط وزن بالاتری برخوردار بودند، با توجه به ذخیره غذایی بالا و امکان جذب آب کافی، جوانه‌زنی مطلوب تری نیز داشتند.

جدول 1- تجزیه واریانس میانگین مربعات تاثیر سالیسیلیک اسید بر صفات مورد بررسی ارقام گندم در

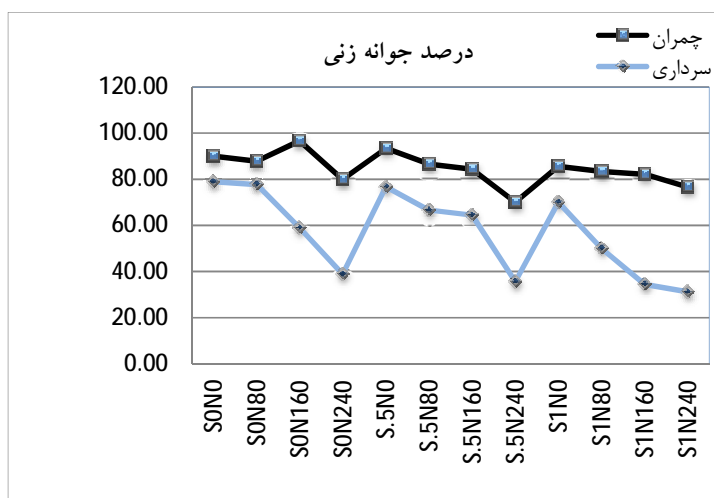
شرایط تنش شوری

منابع تغییر	درجه	درصد	طول	طول	وزن تر	شاخص	سرعت
آزاد	جوانه زنی	ساقه چه	ریشه چه	گیاهچه	بنیه بذر	جوانه زنی	ی
سالیسیلیک اسید	2	0/199**	0/36*	0/37*	0/04*	1/45**	9/13**
رقم	1	2/24**	0/11	0/003	0/02	4/27**	195/9**
سالیسیلیک	2	0/028	0/05	0/06	0/0023	0/44	4/59*
اسید×رقم							
شوری	3	0/35**	4/74**	3/94*	0/03**	9/28**	32/8**
شوری×سالیسیلیک	6	0/029	0/087	0/14	0/0016	0/12	1/16
رقم×شوری	3	0/12*	0/026	0/43	0/029*	0/24	3/58*
سالیسیلیک	6	0/013	0/079	0/16	0/0015	0/25*	0/65
شوری×رقم							
خطا	48	0/033	0/14	0/15	0/001	0/21	1/5
ضریب تغییرات (%)		17/5	16/7	12/4	19	19/3	19/6

جدول 2- مقایسه میانگین اثرات اصلی رقم، سالیسیلیک اسید و تنش شوری بر صفات مورد بررسی ارقام گندم

تیمار	سطوح	درصد	طول ساقه	طول ریشه	وزن تر	شاخصر	سرعت
رقم	چمران	1/21 a	2/26 a	1/74a	گیاهچه (گرم)	بنیه بذر	جوانه زنی (درصد)
	سرداری	0/86 b	2/18 a	1/73 a	(
			(میلی متر)	(میلی متر))		
سالیسیلیک							
اسید	0	1/13 a	2/34 a	1/89 a	0/17 a	2/63 a	7/19 a
(میلی مول)	0/5	1/04 ab	2/09 b	1/7 b	0/16 a	2/43 a	6/12 b
	1	0/95 b	2/03 b	1/63 b	0/14 b	2/15 b	5/4 b
تنش کلرید							
سدیم	0	1/17 a	2/66 a	2/09 a	0/2 a	3/03 a	7/57 a
(میلی مول)	80	1/1 ab	2/55 a	2/3 a	0/18 a	2/87 a	7/02 a
	160	1/04 b	2/14 b	1/7 b	0/15 b	2/33 b	5/83 b
	240	0/84 c	1/53 c	1/06 c	0/1 c	1/43 c	4/54 c

میانگین های حداقل دارای یک حرف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف آماری معنی دار در سطح احتمال پنج درصد می باشد.



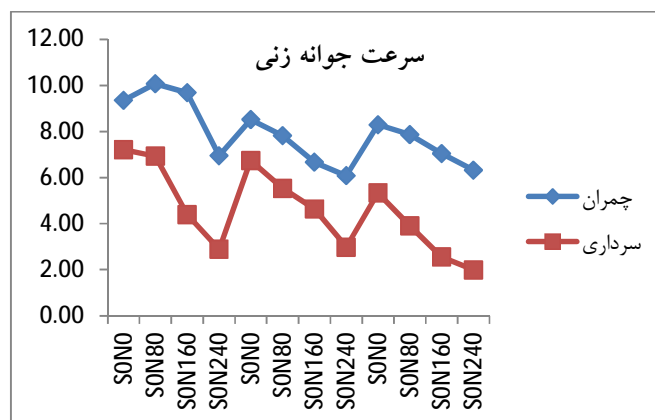
شکل 1- درصد جوانه زنی دو رقم گندم در شرایط پیش تیمار سالیسیلیک اسید و سطوح تنش شوری

مقایسه میانگین‌ها حاکی از کاهش درصد جوانه زنی برای غلظت‌های بیشتر شوری است (جدول 2). Rahman و همکاران در سال 2008 در مطالعه اثرات کلرید سدیم بر ارقام گندم نان نیز عنوان نمودند که افزایش شوری موجب کاهش درصد جوانه زنی می‌شود و همچنین این امر سبب تأخیر در شروع جوانه زنی می‌گردد. نتایج تحقیقات Farhoudi و همکاران در سال 2007 نشان دادند که افزایش غلظت املاح در محیط جوانه زنی بذر سبب ایجاد تنش اسمزی و خشکی کاذب برای بذرها در حال جوانه زنی می‌شود و از این طریق جذب آب توسط بافت‌های گیاهیچه کاهش می‌یابد.

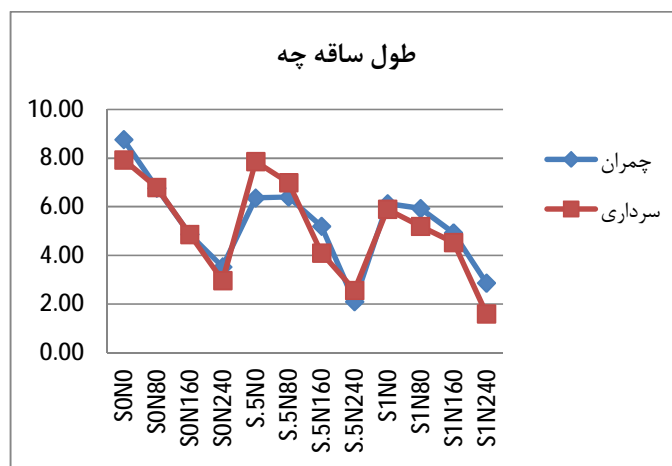
در رقم چمران درصد جوانه زنی تنها در سطح شوری 240 میلی مول تحت تاثیر شوری قرار گرفته است و در سطوح پایین تر شوری، روند جوانه زنی کاهش چشمگیری نداشته است (شکل 1) که با توجه به اعمال پیش تیمار سالیسیلیک اسید و نقش این عامل در تسریع و بهبود جوانه زنی می‌توان بیان نمود، پیش تیمار این فاکتور آزمایشی اثرات تنش شوری را کاهش داده است. سالیسیلیک اسید اثری مشابه آبسیزیک اسید داشته و بازدارنده جیبرلین است. از آنجایی که هر چه شیب کاهش درصد جوانه زنی کندتر باشد نشان از مقاومت بیشتر ژنوتیپ مورد نظر در شرایط تنش دارد لذا می‌توان جهت غربال ژنوتیپ‌های مقاوم از این ویژگی بهره برد. ولی در رقم سرداری کاهش درصد جوانه زنی از سطح شوری 80 میلی مول با وجود پیش تیمارهای سالیسیلیک اسید شروع شده است، به عبارتی آستانه شوری در مقایسه با چمران پایین تر است (شکل 1). Murrillo و همکاران در سال 2007 در مورد تحمل به شوری، اختلافات ژنوتیپ‌ها را ناشی از مکانیسم‌های تنظیم کننده جذب مواد معدنی در گیاه دانستند. در این تحقیق کمترین درصد جوانه زنی (34/4%) در رقم سرداری در سطح شوری 240 میلی مول مشاهده گردید، به گونه‌ای که با وجود اعمال پیش تیمار 1 میلی مول سالیسیلیک اسید نیز در این سطح شوری کاهش قابل توجه درصد جوانه زنی رخ داده است. اما در این شرایط رقم چمران دارای درصد جوانه زنی 76% بوده است. بنا بر گزارشاتی نظیر دولت آبادیان و همکاران در سال 1387 پیش تیمار بذرها با غلظت‌های بالاتر سالیسیلیک اسید مانند، 1 میلی مولار سبب کاهش جوانه زنی می‌شود و به عبارتی تشدید کننده تنش می‌باشد در حالی که افزایش جوانه زنی در غلظت‌های پایین نمک در سورگوم توسط یارنیا در سال 1387 نیز گزارش شده است، بعضی از غلظت‌های نمک می‌تواند رشد محور جنینی را تحریک نماید.

با بررسی سرعت جوانه زنی مشخص شد که ژنوتیپ چمران با درصد جوانه زنی بالا در شرایط شوری از سرعت جوانه زنی بالاتری دارا می‌باشد (شکل 2). شیب کاهش سرعت جوانه زنی و درصد جوانه زنی برای هر دو ژنوتیپ از روند مشابهی برخوردار بود. اله دادی و همکاران در سال 1387 گزارش کردند، کاهش شاخص‌های جوانه زنی در شرایط تنش را می‌توان به کاهش سرعت جذب اولیه آب و نیز تاثیر منفی پتانسیل‌های اسمزی کم و سمیت یون‌ها بر فرایندهای بیوشیمیایی نسبت داد. De و همکاران در سال 1994 گزارش کردند اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی صورت گیرد فعالیت‌های متابولیکی جوانه زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهند شد و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه چه از بذر افزایش یافته و سرعت جوانه زنی کاهش می‌یابد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که طول ریشه چه و ساقه چه به طور معنی داری نسبت به سطوح مختلف شوری و سالیسیلیک اسید واکنش داشته است، ولی بین ارقام مورد مطالعه از نظر آماری تفاوتی مشاهده نشد. اثرات متقابل مختلف رقم و شوری و سالیسیلیک اسید نیز معنی دار نبود (جدول 1). معنی دار نشدن اثرات متقابل حاکی از این است که رفتار ارقام در مقابل سطوح شوری و سالیسیلیک اسید برای این دو صفت یکسان بوده است.

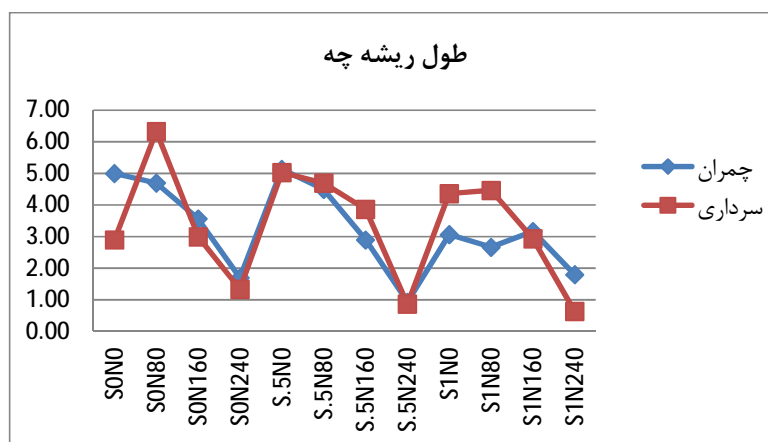


شکل 2- سرعت جوانه زنی دو رقم گندم در شرایط پیش تیمار سالیسیلیک اسید و سطوح تنش شوری



شکل 3- طول ساقه چه دو رقم گندم در شرایط پیش تیمار سالیسیلیک اسید و سطوح تنش شوری

در این تحقیق با افزایش سطوح شوری طول ساقه چه و ریشه چه از نظر آماری کاهش معنی داری نشان داده اند که این امر با نتایج گزارشات محققان دیگر در چندین گیاه مطابقت دارد. Dey و Kaya در سال 2008 در تحقیقی که روی جوانه زنی ارقام مختلف آفتابگردان انجام دادند بیان نمودند که با افزایش شوری طول ریشه چه، ساقه چه و همچنین وزن خشک گیاهچه به طور معنی داری در مقایسه با شاهد کاهش یافت، ولی نمی توان به درستی عنوان کرد که کدام عامل، نقش مهم تری را در بازداری جوانه زنی بذور تحت شرایط تنش شوری دارا می باشد.



شکل 4- طول ریشه چه دو رقم گندم در شرایط پیش تیمار سالیسیلیک اسید و سطوح تنش شوری

با اعمال 0/5 و 1 میلی مولار سالیسیلیک اسید، در رقم سرداری کاهش طول ساقه چه روندی مشابه شاهد داشته است ولی در رقم چمران در سطوح شوری 80 و 160 میلی مولار نسبت به شاهد تفاوت چندانی رخ نداده است. واکنش این دو رقم نسبت به سطوح تنش و سالیسیلیک اسید مشابه بود. کمترین طول ریشه چه و ساقه چه در شوری 240 میلی مولار به دست آمد.

سطوح تنش شوری تاثیر معنی داری بر طول ریشه چه و ساقه چه ژنوتیپ های مورد مطالعه داشت. از تیمار صفر تا شوری 240 میلی مولار روند کاهشی در طول ریشه چه مشاهده شد. بیشترین طول ریشه چه در شرایط عدم تنش و شوری 80 میلی مولار و کمترین مقدار آن در سطح شوری 240 میلی مولار مشاهده گردید (جدول 2). از نظر طول ریشه چه بین تیمار شاهد و تنش شوری 80 میلی مولار اختلاف معنی دار مشاهده نشد، گرچه طول ریشه چه در تیمار شاهد بیشتر بود. بین ژنوتیپ ها تفاوت معنی داری از نظر طول ریشه چه و ساقه چه وجود نداشت (جدول 2). احتمالاً در این ژنوتیپ ها از نظر طول ریشه چه تفاوتی وجود ندارد و اختلافات ژنوتیپی در زمان ریشه دهی بروز می کنند. رقم

سرداری در پتانسیل 80 میلی مولار نسبت به پتانسیل صفر طول ریشه چه بیشتری داشت که به دلیل افزایش سرعت رشد محورهای جنینی می تواند باشد و این موضوع تحریک گیاه را در تنش های ضعیف به ریشه دهی نشان می دهد. آزمایش های مختلف نشان دهنده افزایش طول ریشه چه در تنش های جزئی و کم است چرا که اولین تغییرات جهت مقابله با تنش افزایش رشد ریشه چه می باشد که به منظور جذب حداکثر رطوبت صورت می گیرد (معصومی و همکاران 1387).

مصرف سالیسیلیک اسید در مقایسه با عدم مصرف آن سبب افزایش طول ریشه چه و ساقه چه در تیمارهای بدون تنش می شود. اما در گیاهچه های تنش دیده غلظت 0/5 میلی مولار سالیسیلیک اسید تنها در تیمار 80 میلی مولار نمک بر طول ساقه چه اثر گذاشته و آنها را افزایش می دهد. همچنین کاربرد 0/5 میلی مولار سالیسیلیک اسید، سبب افزایش طول ریشه چه رقم چمران در تیمارهای تنش دیده در مقایسه با تیمارهای تنش دیده و بدون مصرف سالیسیلیک اسید می شود. ساز و کاری که اسید سالیسیلیک رشد ریشه و بخش هوایی را در برخی گیاهان افزایش می دهد بخوبی شناخته نشده است اما Shakirova و همکاران در سال 2003 احتمال دادند که اسید سالیسیلیک طویل شدن و تقسیم سلولی را به همراه مواد دیگری از قبیل اکسین تنظیم نماید. تیمار گیاه گندم با سالیسیلیک اسید، میزان تقسیم سلولی مریستم راسی ریشه های اولیه را که منجر به افزایش رشد طولی می شوند را زیاد می کند. از طرفی Fariduddin و همکاران در سال 2003 بیان کردند سالیسیلیک اسید از اکسیداسیون اکسین جلوگیری می کند که بنظر می رسد افزایش وزن گیاهچه در ارتباط با افزایش طول ریشه چه و ساقه چه تحت تأثیر سالیسیلیک اسید باشد زیرا تنش شوری سبب کاهش تقسیم سلولی میشود.

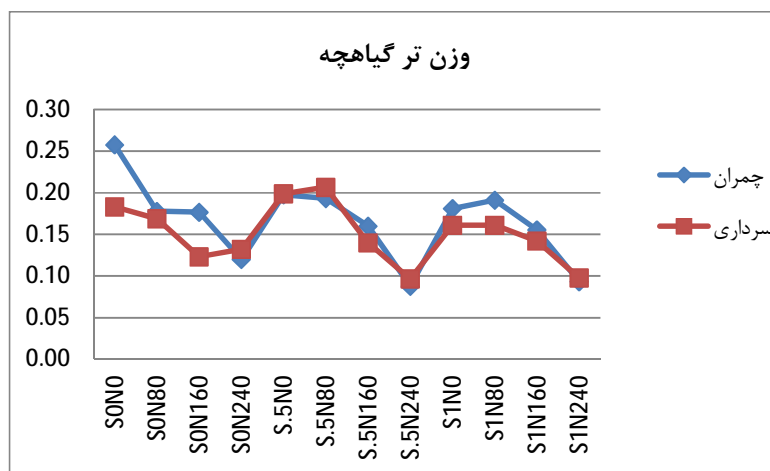
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که پیش تیمار سالیسیلیک اسید تأثیر معنی داری روی وزن تر گیاهچه دارد (جدول 1). افزایش در وزن تر گیاهچه تحت تأثیر سالیسیک اسید توسط دولت آبادیان و همکاران در سال 1387 در ارقام گندم گزارش گردید. سالیسیلیک اسید در سنتز پروتئین های خاصی بنام پرو تئین کیناز نقش دارد این پروتئین ها نقش مهمی در تنظیم تقسیم، تمایز و ریخت زائی سلول بازی می کنند.

اثر رقم برای صفت وزن تر گیاهچه از نظر آماری معنی دار نبود، به این مفهوم که بین ارقام مورد بررسی تحت شرایط بدون تنش شوری تفاوتی در وزن تر گیاهچه وجود نداشت اما در این صفت برای سطوح شوری و نیز اثر متقابل شوری و رقم اثرات معنی داری به دست آمد که این مطلب بیانگر آن است که سطوح شوری مختلف سبب تفاوت بین ارقام شده اند.

طبق نتایج حاصل در سطوح شوری پایین تر (80 میلی مولار) وزن تر گیاهچه در مقایسه با شاهد (آب مقطر) کاهش کمتری داشته است. در رقم سرداری در تیمار 0/5 میلی مولار سالیسیلیک اسید در این سطح تنش افزایش وزن تر مشاهده می شود که می تواند نتیجه کارآمدتر بودن جذب آب و سیستم ریشه ای باشد. در این سطح تنش شوری رقم چمران با پیش تیمار 1 میلی مولار وزن تر بهتری نسبت به شاهد نشان داده است. کمترین میزان وزن تر در هر دو رقم در سطح شوری 240 میلی مولار حاصل شده است (شکل 5).

مقایسه میانگین صفت وزن تر (جدول 2) نشان داد که بین ارقام تفاوت معنی داری وجود ندارد. بین سطوح سالیسیلیک اسید 0/5 میلی مولار و شاهد تفاوتی مشاهده نشده است ولی از سطح 1 میلی مولار باعث تغییر در روند رشد گیاهچه و کاهش وزن تر به ویژه در شرایط اعمال آب مقطر و 80 میلی مولار شوری شده است. این امر می تواند به دلیل اثرات منفی غلظت های بالای سالیسیلیک اسید بر خصوصیات گیاهچه باشد که در این بررسی در بیشتر صفات

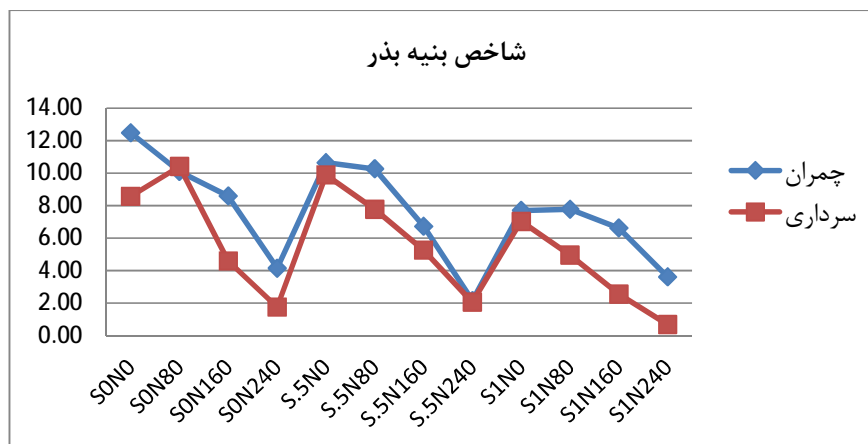
در این سطح پیش تیمار واکنش منفی رشد اجزاء گیاهچه مشاهده شده است. بنا بر گزارشات نظیر دولت آبادیان و همکاران در سال 1387 پیش تیمار بذرها با غلظت های بالاتر سالیسیلیک اسید مانند، 1 میلی مولار سبب کاهش جوانه زنی می شود. این آستانه و تعیین غلظت مناسب پیش تیمار می تواند از رقمی به رقم دیگر و در گیاهان مختلف، متفاوت باشد.



شکل 5- وزن تر گیاه چه دو رقم گندم در شرایط پیش تیمار سالیسیلیک اسید و سطوح تنش شوری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای صفت شاخص بنیه بذر نشان داد که بین ارقام گندم از نظر این پارامتر تفاوت معنی داری وجود دارد (جدول 1)، بنابراین می توان نتیجه گرفت که تنش شوری قدرت بذر ارقام مختلف گندم را با وجود تفاوت های فیزیولوژیکی، فعالیتهای بیوشیمیایی و حتی مکانیزم های تحمل می تواند تحت تاثیر قرار دهد. همچنین برای سطوح مختلف تنش شوری و سالیسیلیک اسید اثرات معنی داری مشاهده شد (جدول 1). در کل مشاهدات حاصل از مقایسه میانگین این آزمون منتهی به این نتیجه شد که رقم چمران شاخص بنیه بذر بالاتری نسبت سرداری در شرایط نرمال و سطوح مختلف تنش شوری داشت (جدول 2). در مجموع با افزایش سطوح شوری بنیه بذر در هر دو رقم کاهش داشت (شکل 6). این موضوع مطابق با گزارشات محققان دیگر است. از جمله، نتایج Khodarahmpour در سال 2011 و Mensuh و همکاران در سال 2006 که بر کاهش بنیه بذر توسط تنش شوری تاکید داشتند. تنش شوری سبب کاهش تقسیم سلولی می شود. Liu و همکاران در سال 2003 گزارش کردند، عناصری مانند کادمیوم و سدیم از طریق تأثیر بر پمپ های پروتونی و اختلال در عمل آنها سبب کاهش بنیه بذر و کاهش رشد و طول شدن سلول می شوند. مقایسه میانگین های سطوح مختلف پیش تیمار سالیسیلیک اسید نشان می دهد که بین سطح 0/5 و شاهد از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود ندارد. به عبارتی با اعمال 0/5 میلی مولار سالیسیلیک اسید روند کاهش در شرایط شوری مختلف تغییر معنی داری نداشته است، ولی با اعمال 1 میلی مولار سالیسیلیک اسید در رقم سرداری در شرایط مختلف تنش شوری کاهش معنی داری در مقایسه با رقم چمران حاصل شده است و به نظر می رسد علت این کاهش در رقم سرداری اثرات سمیت ناشی از سطوح بالاتر سالیسیلیک اسید باشد. در رقم چمران در سطح 1 میلی مولار سالیسیلیک اسید با وجود کاهش بنیه بذر نسبت به سطح 0/5 میلی مولار سالیسیلیک اسید ولی روند کاهش بنیه

بذر در سطوح 80 و 160 میلی مولار شوری کندتر بوده که حاکی از تاثیر بهتر این سطح سالیسیلیک اسید برای این رقم برای کنترل اثرات تنش شوری می باشد.



شکل 6- شاخص قدرت (بنیه) بذر دو رقم گندم در شرایط پیش تیمار سالیسیلیک اسید و سطوح تنش

شوری

نتیجه گیری

در تمام صفات مورد بررسی در شرایط نرمال (اعمال پیش تیمار آب مقطر) رقم چمران برتر از رقم سرداری بود، از طرفی وضعیت بهتر گیاه در مراحل اولیه رشد منجر به استقرار سریع تر گیاه و بهبود رشد در سایر مراحل می شود. می توان نتیجه گرفت که با افزایش شدت تنش شوری، درصد جوانه زنی، سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه و وزن تر گیاهچه و بنیه بذر کاهش می یابد. همچنین می توان بیان داشت که تنش شوری در مرحله جوانه زنی یک آزمون قابل اعتماد برای ارزیابی تحمل بسیاری از گونه ها است و ارقام مختلف در سطوح تنش شوری واکنش های متفاوتی نشان می دهند. مصرف سالیسیلیک اسید در مقایسه با عدم مصرف آن سبب افزایش طول ریشه چه و ساقه چه در تیمارهای بدون تنش می شود. اما در گیاهچه های تنش دیده غلظت 0/5 میلی مولار سالیسیلیک اسید تنها در تیمار 80 میلی مولار نمک بر طول ساقه چه اثر گذاشته و آنها را افزایش می دهد. همچنین کاربرد 0/5 میلی مولار سالیسیلیک اسید، سبب افزایش طول ریشه چه رقم چمران در تیمارهای تنش دیده در مقایسه با تیمارهای تنش دیده و بدون مصرف سالیسیلیک اسید می شود. واکنش رقم چمران به غلظت بالاتر سالیسیلیک اسید در شرایط تنش شوری مناسب تر بود ولی برای اعمال سطوح مختلف سالیسیلیک اسید با توجه به واکنش متفاوت صفات و ارقام جهت تعیین سطح آستانه غلظت نیاز به مطالعات بیشتری است.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر در حمایت و اجرای این طرح تحقیقاتی سپاسگزاری می گردد.

منابع

1. دولت آبادیان، آ.، مدرس ثانوی، س. ع. م. و اعتمادی، ف.، 1387. اثر پیش تیمار اسید سالیسیلیک بر جوانه زنی بذر گندم (*Triticum aestivum L.*) در شرایط تنش شوری. مجله زیست شناسی ایران جلد 21، شماره 4. صفحات 692-702.
2. شعاع، م. و میری، ح.، 1391. کاهش اثرات سوء تنش شوری بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گندم از طریق کاربرد اسید سالیسیلیک. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. شماره پنجم. صفحات 71-88.
3. محمدی، س.، خوش خلق سیما، ن.، مجیدی، ا.، نورمحمدی، ق. و سعیدی، ع.، 1383. ارزیابی واکنش ژنوتیپ های گندم نان به تنش شوری در مرحله جوانه زنی. مجله دانش کشاورزی، دانشگاه تبریز. شماره 4، جلد 14.
4. مظاهری تیرانی، م.، منوچهری کلانتری، خ. و حسینی، ن.، 1387. مطالعه اثر متقابل اتیلن و سالیسیلیک اسید بر القاء تنش اکسیداتیو و مکانیسمهای مقاومت (*Brassica napus L.*) به آن در گیاهان کلزا. مجله زیست شناسی ایران. جلد 21، شماره 3. 421-432.
5. معصومی، ع.، کافی، م. و خزاعی، ح. ر.، 1387. اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلایکول بر جوانه زنی ژنوتیپ های نخود. مجله پژوهشهای زراعی ایران، جلد 6، شماره 2، صفحات 453-470.
6. یارنیا، م.، 1387. ارزیابی تحمل به شوری پنج رقم سورگوم علوفه ای در مراحل جوانه زنی و رشد. مجله پژوهش در علوم زراعی، سال اول، شماره 1، صفحات 43-56.
7. Ashraf, M., and Ali, Q., 2008. Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus L.*). Environmental and Experimental Botany. 63:266–273.
8. Bai, L., and Sui, F., 2006. Effect of soil drought stress on leaf of maize. Pedosphere 16:326-332.
9. Dai, Q.L., Chen, C. and Feng, B. 2009. Effect of different NaCl concentration on the antioxidant enzyme in oilseed rape seedling. Plant Growth Regulation. Published Online.
10. De, F. and Kar, R. K., 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG-6000. Seed Science and Technology. 23:301-304.
11. Ellis, R.H. and Roberts, E.H., 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9, 373-409.
12. El-Tayeb, M.A., 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regul.*, 45: 212–24

13. **Fariduddin, Q., Hayat, S. and Ahmad, A., 2003.** Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in *Brassica juncea*. *Photosynthetica*. 41 (2): 281-284.
14. . **Farhodi, R., Sharifzadeh, F., Poustini, K. Makkizadeh, M.T. and Kochak pour, M., 2007.** The effects of NaCl priming on salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.) seedlings grown under saline conditions. *Seed Science and Technology*, 35: 754-759.
15. **Ghoulam, C.F., Ahmed, F. and Khalid, F., 2001.** Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environ. Expt. Bot.*, 47: 139–50.
16. **Hamid, H., Rehman, K. and Ashraf, Y., 2010.** Salicylic acid–induced growth and biochemical changes in salt-stressed wheat. *Common. Soil Sci. Plant Anal.* 41:373-389.
17. **Harper, J.P. and Balke, N.E., 1981.** Characterization of the inhibition of K⁺ absorption in oat roots by salicylic acid. *Plant Physiol.* 68: 1349–1353.
18. **Kaya, M. D. and Day, S., 2008.** Relationship between seed size and NaCl on germination, seed vigor and early seedling growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *African Journal of Agricultural Research*, 3(11), 787-791.
19. **Khodarahmpour, Z., 2011.** Screening maize (*Zea mays* L.) hybrids for salt stress tolerance at germination stage. *Afr. J. Biotechnology*. 10 (71): 15959-15965.
20. **Khodary, S.E.A., 2004.** Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed maize plants. *Int. J. Agri. Biol.*, 6: 5–8.
21. **Liu, D., Jiang, W. and Gao, X., 2003.** Effect of cadmium on root growth, cell division and nucleoli in root tip cells of garlic. *Biol. Plant.*, 47(1), 79-83.
22. **Mensuh, J.K., Akomeah, P.A., Ikhajiagbe, B.E. and Ekpekurede, O., 2006.** Effects of salinity on germination, growth and yield of five groundnut genotypes. *Afr. J. Biotechnology*. 5 (20): 1973-1979.
23. **Munns, R., 2002.** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*. 25:239-250.
24. **Murillo-Amador, S., Yamada, T., Yamaguchi, E., Rueda-Puente, N.A., vila-Serrano, J.L., Garcí'a-Herna'ndez, R., Lo'pez-Aguilar, E. and Nieto-Garibay, A., 2007.** Influence of Calcium Silicate on Growth, Physiological Parameters and Mineral Nutrition in Two Legume Species Under Salt Stress *J. Agronomy & Crop Science* 193, 413—421.
25. **Okou, G., Kaya, M.D. and Atak, M., 2005.** Effects of salt and drouth stresses on germination and seedling growth of pea(*Pisum sativum* L.). *Turkish J. Agric. For.* 29: 237-242.
26. **Parida, A.K. and Das, A.B., 2005.** Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60: 324-349.
27. **Rahman, M., Soomro, U.A., Zahoor-ul-Haq, M. and Gul, Sh., 2008.** Effects of NaCl Salinity on Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (3): 398-403.

28. **Rajasekaran, L.R., Stiles, A. and Caldwell, C.D., 2002.** Stand establishment in processing carrots: Effects of various temperature regimes on germination and the role of salicylates in promoting germination at low temperatures. *Canadian J. of Pl. Sci.*, 82: 443–50
29. **Raskin, I., 1992.** Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.. Plant Mol. Biol*, 43: 439-46.
30. **Sarin, M.N. and Narayanan, A., 1968.** Effects of soil salinity and growth regulators on germination and seedling metabolism in wheat. *Physiol. Pl.*, 21: 1201–9.
31. **Scott, S.J., Jones, R.A. and Williams, W.A., 1984.** Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*. 24:1192-1199.
32. **Senaranta, T., Teuchell, D., Bumm, E. and Dixon, K., 2002.** Acetyl salicylic acid (asprin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato. *Plant Growth Regulation* 30: 157-161.
33. **Shakirova, F.M. and Sahabutdinova, D.R., 2003.** Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Sci*. 164: 317-322.

Abstract

The Effects of salicylic acid on germination and seedling growth of bread wheat (*Triticum aestivum L.*) cultivars under salinity stress

The experiments to determine the effect of salicylic acid on germination and seedling growth of bread wheat under salt stress was applied. Traits such as seed germination, root length, shoot length, seedling fresh weight, germination rate and seed vigor index were evaluated. The data obtained were analyzed in accordance factorial experiment based on completely randomized design with three replications. Analysis of variance on data showed effect of salicylic acid and salinity was significant for all traits and genotype effect on germination percentage, germination rate and seed vigor index were highly significant. With increasing salinity, germination percentage, germination rate, root length, shoot length, seedling fresh weight and seed vigor decreased. Comparison of means for main effects showed that the cultivars are different in traits such as, germination, vigor index and germination rate. In all of traits in normal conditions (distilled water pretreatment) Chamran cultivar was superior sardari cultivar. Consumption of salicylic acid in the without consumption increased the root and shoot length in the normal conditions. But there stresses plants Concentration 0/5 mM salicylic acid in 80 mM NaCl treatment not decreased the shoot length and root length and has been Increased in the seedling fresh weight trait. Chamran response to higher concentrations of salicylic acid was more favorable in the salt stress conditions.

Keywords: salicylic acid, salt, seedling fresh weight, seed vigor