نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۲ شماره ۳ / سال ۱۴۰۱/ صفحات ۱۴۸-۱۳۳

The Effect of Foliar Application of Potassium, Salicylic Acid and Gamma Amino Butyric Acid on Yield Components, Grain Yield and Nitrogen, Phosphorus and Potassium Uptake in Bread Wheat Genotypes under Soil Salinity Stress Conditions

Vahid Salmanpour[1], Soran Sharafi[2*], Mohammad Rezaei[3], Marouf Khalily[4], Naser Abbaspour[5]

Received: 15 July 2021 Accepted: 03 January 2022
1-PhD Student of Islamic Azad University, Mahabad Branch and Instructor., Dept. of Agricultural Sciences, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2-Assist. Prof., Dept. of Agriculture and Plant Breeding, Islamic Azad University, Mahabad Branch, Iran.
3-Associate Professor of Agricultural and Natural Resources Research Center of West Azarbaijan Province, Agricultural Education and Extension Research Organization, Urmia, Iran.
4-Assoc. Prof., Dept. of Biotechnology and Plant Breeding, Payame Noor University, Tehran, Iran.
5-Assoc. Prof., Dept. of Biology, Faculty of Science, Urmia University, Iran.
*Corresponding Author Email: sharafi_1352@yahoo.com

Abstract

Background and Objective: This study was performed to investigate the effect of foliar application of potassium, salicylic acid and gamma aminobutyric acid at the beginning of spike emergence on yield components, grain yield and nutrient uptake of bread wheat genotypes under soil salinity stress.

Materials and Methods: The research was conducted as a split plot based on randomized complete block design with three replications under soil salinity (0 and 8 dS. M^{-1}) in agricultural research station in Miandoab, West Azerbaijan during the two cropping years 2017-18 and 2018-19. Main plots included foliar application with growth stimulants (potassium, GABA, SA, control) and subplots included seven genotypes (Orum, Zare, Mihan, Heydari, MS-89-12, MS -89-13 and MS-91-14).

Results: The results of variance showed that the simple effects of salinity stress on grain yield and foliar application treatments on all studied traits were significant. Also, the simple effects of different genotypes on all measured traits were significant. The interactions of three factors of salinity, foliar application and genotype had a significant effect on all measured traits. Based on the results, comparison of the means showed that GABA foliar application under non-stressed conditions with an average of 11366.7 $kg.ha^{-1}$ in Mihan cultivar produced the highest grain yield, while GABA foliar application under salinity stress conditions with the average of 1876.7 $kg.ha^{-1}$ produced the lowest grain yield in Orum cultivar.

Conclusion: The overall results showed that most of the traits were reduced due to salinity stress. Foliar application of all the compounds in most traits caused an increase compared to the control conditions.

Keywords: Foliar Application, GABA, Potassium, Salicylic Acid, Salinity, Wheat

تاثیر محلول پاشی پتاسیم، سالیسیلیک اسید و گاما آمینو بوتریک اسید بر اجزا عملکرد، عملکرد دانه و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ژنوتیپ های گندم نان با شرایط تنش شوری خاک

وحید سلمان پور[۱]، سوران شرفی[۲*]، محمد رضایی[۳]، معروف خلیلی[۴]، ناصر عباس پور[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۲۴ تاریخ برداشت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۳

۱-دانشجوی دکتری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مهاباد و مربی بخش کشاورزی، دانشگاه پیام نور- تهران، ایران
۲-استادیار،گروه زراعت و اصلاح نباتات،دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهاباد
۳-دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
۴- دانشیار بخش کشاورزی، دانشگاه پیام نور- تهران، ایران
۵-دانشیار گروه زیست شناسی- دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم
*مسئول مکاتبه: Email: sharafi_1352@yahoo.com

چکیده

اهداف: این تحقیق به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی پتاسیم، سالیسیلیک اسید و گاما آمینو بوتریک اسید در مرحله شروع ظهور سنبله بر اجزا عملکرد، عملکرد دانه و جذب عناصر غذایی ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط تنش شوری خاک انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش طی دو سال زراعی ۹۷ -۱۳۹۶ و ۹۸ -۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب واقع در آذربایجان غربی به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در دو محیط با شوری خاک حدود ۸ دسی‌زیمنس بر متر و محیط بدون شوری در سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی تیمارهای محلول‌پاشی با مواد تحریک کننده رشد (پتاسیم، گابا، اسید سالیسیلیک، شاهد) و عامل فرعی هفت ژنوتیپ گندم (اروم، زارع، میهن، حیدری، MS-89-12، MS-89-13 و MS-91-14) بودند.

یافته‌ها: نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر ساده تنش شوری بر صفات عملکرد دانه معنی‌دار شد. همچنین اثرات ساده تیمارهای محلول‌پاشی و ژنوتیپ بر همه صفات مورد مطالعه معنی‌دار گردید. اثر متقابل سه عامل شوری، محلول‌پاشی و ژنوتیپ بر تمام صفات اندازه‌گیری شده اثر معنی‌دار داشت. بر اساس نتایج بدست آمده، مقایسات میانگین نشان داد که محلول‌پاشی گابا در شرایط عدم تنش با میانگین ۱۱۳۶۶/۷ کیلوگرم در هکتار در رقم میهن بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود، در حالی‌که محلول‌پاشی گابا در شرایط تنش شوری با میانگین ۱۸۷۶/۷ کیلوگرم در هکتار در رقم اروم کمترین عملکرد دانه را تولید نمود.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از کاهش صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و میزان نیتروژن دانه، بر اثر تنش شوری بود. محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری میزان شاخص برداشت و در شرایط بدون تنش مقدار نیتروژن دانه را افزایش داد.

واژه های کلیدی: شوری، پتاسیم، گابا، سالسیلیک اسید، گندم، محلول‌پاشی

مقدمه

گندم (*Triticum aestivum* L.) تقریباً ۶۰ درصد انرژی مورد نیاز بشر را تأمین می‌کنند و به عنوان مهم-ترین گیاه زراعی دنیا در بسیاری از زمین‌های کشاورزی کشت می‌گردد (کایدن و همکاران ۲۰۰۷). شوری یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که منجر به کم‌آبی سلول همراه با تغییرات اسمزی می‌شود (وانگ و همکاران ۲۰۰۹). شوری برتمام فرآیندهای اصلی گیاه مانند رشد، فتوسنتز، سنتز پروتئین، متابولیسم لیپید و انرژی اثر می‌گذارد، در نتیجه تمام مراحل زندگی گیاه را از جوانه‌زنی تا تولید زیست توده و دانه تحت تأثیر قرار می‌دهد (حسینه و لوتس ۲۰۱۰). کاربرد برگی برخی از ترکیب‌ها از جمله تنظیم کننده‌های رشد با کاهش اثرگذاری‌های تنش‌های محیطی به افزایش رشد و محصول گیاهان زراعی کمک می‌کند (حاجی هاشمی و همکاران ۲۰۰۷). اسید y-aminobutyric (GABA) یک اسید آمینه غیر پروتئینی در طیف وسیعی از موجودات است. در گیاهان، GABA برای انجام عملکردهای متعدد در شرایط بدون تنش و تنش پیشنهاد شده است. این یک متابولیت کلیدی برای مسیرهای اولیه و ثانویه است که یک واسطه مهم متابولیسم نیتروژن و بیوسنتز اسید آمینه است (روبرتو راموس و همکاران ۲۰۱۹). پتاسیم با تأثیر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها و حفظ آماس سلولی سبب کاهش اتلاف آب در بافت‌های گیاهی و افزایش کارآیی مصرف آب و کاهش اثر تنش می‌شود (ایماس و ماگان ۲۰۰۰). گابا اغلب در گیاهان در پاسخ به تنش‌های زنده و غیرزنده شامل خشکی، شوری، زخم، کمبود اکسیژن، شوک گرمایی و آلودگی عوامل بیماری زا سریعاً تجمع می‌یابد (دیوات داناونگ و همکاران ۲۰۱۰). اسید سالیسیلیک مولکولی است که پاسخ‌های ویژه‌ای را در پاسخ به عوامل تنش‌زای زیستی و غیرزیستی بر می-انگیزد. این فیتوهورمون در باز و بسته شدن روزنه‌ها، جذب مواد غذایی، سنتز پروتئین و کلروفیل، مهار بیوسنتز اتیلن، تبخیر و تعرق، فتوسنتز و تنظیم اسمزی نقش بسیار مهمی دارد (اولاه خان و همکاران ۲۰۱۲). گزارش‌های متعددی مبنی بر نقش اسید سالیسیلیک اسید در کاهش اثر ناشی از تنش‌های زیستی و غیر زیستی وجود دارد (سلطانی و همکاران ۲۰۱۱). تنش اسمزی و سمیت یونی ناشی از شوری می‌تواند رشد و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (موناس و تستر ۲۰۰۸؛ جامس و همکاران ۲۰۰۸). مطالعهٔ تأثیر توأم شوری و پتاسیم نشان داده است که کمبود پتاسیم، آثار منفی ناشی از شوری را در فرایند فتوسنتز افزایش می‌دهد (دیگل اینوسنتی و همکاران ۲۰۰۹). حمید و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که پیش تیمار (پرایم کردن) بذور گندم با اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری، باعث تولید گیاهچه‌های قوی و بزرگ‌تر شده و میزان کلروفیل، محتوای قندهای محلول و پروتئین‌ها را در گیاه افزایش می‌دهد. امینی و همکاران (۲۰۱۶) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه در شرایط شور با عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، طول سنبله، طول پدانکل، طول برگ، وزن هزار دانه و عملکرد در شرایط غیرشور را مشاهده نمودند. شوری از طریق کاهش گسترش سلولی، جذب آب و مواد غذایی، سطح انرژی ATP و فتوسنتز، رشد ریشه را کاهش می‌دهد (حسن الزمان و همکاران ۲۰۱۳). جیانگ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که شوری بیشترین اثر را بر ریشه‌های مویین دارد و به ویژه رشد طولی آن‌ها را به شدت کاهش می‌دهد. دیکست و دلی (۲۰۱۰) در آزمایشی بیان داشتند که ساقه و ریشه، عملکرد بیولوژیک، تعداد سنبلچه در بوته، تعداد سنبله در بوته، تعداد و وزن دانه و عملکرد دانه، مهم‌ترین صفاتی هستند که تاثیر پذیری بالایی از تنش شوری دارند. در آزمایش صالحی و همکاران (۲۰۱۴) همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه گندم در شرایط شور با ارتفاع بوته، طول پدانکل، وزن سنبله، وزن دانه در سنبله، دوره پر شدن دانه و عملکرد در شرایط غیرشور مشاهده شد. در تحقیقی روی گیاه ذرت گزارش شد که با افزایش شوری آب، علاوه بر کاهش کارایی مصرف آب، مقدار ازت کمتری توسط گیاه از خاک جذب و در نهایت کود نیتروژن که بیشتر از نیاز گیاه در خاک وجود داشت، به صورت یون نیترات در خاک تجمع کرده و کارایی مصرف ازت نیز کاهش یافت. دلیل اصلی این بود

که در اثر تنش شوری، گیاه قادر به استفاده نیتروژن موجود در خاک نبود، حتی اگر عنصر نیتروژن بیش از نیاز گیاه در خاک وجود داشت (لاکردا و همکاران ۲۰۱۶). افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه گندم تحت تیمار اسید سالیسیلیک نیز گزارش شده است (حیات و همکاران ۲۰۱۰). طی تحقیقی تأثیر دو سطح کمبود آب و چهار سطح شوری آب، بر روی گیاه آفتابگردان آزمایش و نتایج نشان داد که شوری آب باعث کاهش پتانسیل اُسمزی خاک و کاهش جذب آب و تنش شدید آبی برای گیاه شد. این تنش بر روی افزایش مقاومت روزنه، کاهش رشد برگ و کاهش انرژی گیاه برای فتوسنتز، تأثیرگذار بود. تنش شوری باعث کاهش انرژی اولیه برای تشکیل اندام گیاهی، کاهش رشد محصول و کاهش مصرف آب توسط آفتابگردان بود (زین و همکاران ۲۰۱۶). استفاده از مواد زیست محرک همراه با روش‌های مدیریت محصول می‌تواند به بهبود جذب مواد غذایی توسط گیاهان کمک کند. همچنین گیاهان تحت تیمار با غلظت پایین مواد زیست محرک، رشد، عملکرد و عناصر معدنی بیشتر در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد (شارما و همکاران ۲۰۱۴).

هدف از این پژوهش که با استفاده از محلول پاشی با برخی مواد محرک رشد، یک نوع آمینو اسید و یک اسید، بر لاین های امید بخش مقاوم به شوری و ارقام در حال کشت گندم نان در شرایط دوگانه نرمال و تحت تنش شوری انجام شده است، مقایسه لاینها با ارقام و سایر ژنوتیپها جهت معرفی ژنوتیپهای برتر و مقاوم با عملکرد بیشتر است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر طی دو سال زراعی ۹۷ -۱۳۹۶ و ۹۸ - ۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب واقع در ۱۰ کیلومتری شهرستان میاندواب استان آذربایجان غربی اجرا گردید. مشخصات محل اجرای آزمایش در دو سال زراعی در ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۶ دقیقه طول شرقی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۴۲ متر بود. آزمایش بصورت اسپلیت پلات در طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو محیط با میانگین شوری خاک حدود ۸ دسی‌زیمنس بر متر و محیط بدون شوری در سه تکرار اجرا گردید(نمونه برداری از خاک نقاط مختلف مزرعه آزمایش انجام و به آزمایشگاه ارسال شد). در این تحقیق کرت‌های اصلی شامل تیمارهای محلول‌پاشی با مواد تحریک کننده رشد شامل پتاسیم، گابا، اسید سالیسیلیک، شاهد و کرت‌های فرعی با هفت ژنوتیپ گندم اروم، زارع، میهن، حیدری،MS-89-12، MS-89-13 و MS-91-14 انتخاب و اجرا گردید. لاین امید بخش MS-89-12 (Atrak/3/Chen/Aeg.sq(Taus)//BCN MBW98, Y5554) به همراه لاین امید بخش MS-89-13 (Kauz*2/Opata//Kauz/3/Sakha8/4/Tam 200) در آزمایشات یکنواخت سراسری شوری سالهای ۱۳۸۹و ۱۳۹۰ مورد مقایسه قرار گرفته و نسبت به شاهدهای ارگ و بم برتری عملکرد نشان دادند. لاین امید بخش MS-91-14 (BLOUDAN/3/BB/7C*2//Y50E/KAL/*3/4/S HOLEH/5/KAVIR) در آزمایشات یکنواخت سراسری شوری سالهای ۱۳۹۲و ۱۳۹۱ مورد مقایسه قرار گرفته و نسبت به شاهدهای ارگ، بم و کارسیا برتری عملکرد نشان دادند. این تحقیق هم جهت مقایسه و بررسی احتمالی ارجحیت ژنوتیپ های مقاوم به شوری استفاده شده در طرح با شاهد تهیه و اجرا گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش بر مبنای میانگین تعدادی نمونه تصادفی قبل از کاشت از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک دو مکان مورد آزمایش تعیین شد. نتایج بدست آمده در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک شور محل آزمایش(ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب سال ۹۷)

مکان	اسیدیته گل اشباع	شن (٪)	لای (٪)	رس (٪)	بافت	هدایت الکتریکی	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن	روی
	pH	Sand	silt	clay	Tex	$dS.m^{-1}$	O.C (%)	(٪)	p.p.m			
میاندوآب	۹	۱۵	۴۲	۴۳	سیلتی	۸/۱	۰/۶۱	۰/۰۹	۸/۴	۱۸۰	۳/۳	۰/۵۱

جدول ۲- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک نرمال محل آزمایش(ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب سال ۹۷)

مکان	اسیدیته گل اشباع	شن (٪)	لای (٪)	رس (٪)	بافت	هدایت الکتریکی	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن	روی
	pH	Sand	silt	clay	Tex	$dS.m^{-1}$	O.C (%)	(٪)	p.p.m			
میاندوآب	۸	۱۶	۵۸	۲۶	سیلتی	۰/۸۱	۰/۸۳	۰/۱۲	۱۱/۲	۲۵۰	۶/۲۴	۰/۷۴

نمونه آب مورد استفاده جهت آبیاری به آزمایشگاه منتقل شد و مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. مشخصات شیمیایی آب مورد استفاده در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- خصوصیات شیمیایی آب مورد استفاده در آزمایش(ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب سال ۹۷)

مکان	هدایت الکتریکی $Mmhos.cm^{-1}$	اسیدیته	کربنات meq/L	بیکربنات meq/L	کلر meq/L	کلسیم meq/L	منیزیم meq/L	سدیم meq/L
	$Ecx10^6$	pH	$CO3^{2-}$	$HCO3^-$	CL^-	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+
میاندوآب	۱/۸	۷/۶	۰	۸/۴	۱۱/۱	۴/۸	۵/۵	۱۰/۸

کرت‌های فرعی آزمایش به طول چهار متر و با عرض ۱/۲ متر به فواصل ردیفی ۲۰ سانتی‌متر در شش ردیف کاشته شدند. در اواخر تابستان، ابتدا زمین آبیاری و در اوایل فصل پاییز شخم زده شد. قبل از کاشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری و مورد تجزیه قرار گرفت. کودهای مورد نیاز بر اساس آزمون خاک محل با هم مخلوط و در پنج تا هفت سانتیمتری زیر بذر به صورت ردیفی قرار داده شد. میزان کود مصرفی بر اساس نتایج آزمون خاک بود. کود اوره (۴۶٪) به مقدار ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار و در سه مرحله (۲۰ کیلوگرم کود اوره همزمان با آماده سازی زمین و قبل از کشت بعنوان کود پایه، ۷۰ کیلوگرم به صورت کود سرک در مرحله پنجه‌دهی و ۷۰ کیلوگرم در مرحله ساقه‌دهی) مصرف گردید، همچنین کودهای سولفات پتاسیم (۴۵٪) به مقدار ۸۰ کیلوگرم در هکتار و دی آمونیوم فسفات به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت استفاده گردید. بذور قبل از کاشت توسط سم تبوکرونازول ضدعفونی و میزان تراکم بذر جهت کاشت با توجه به عرف منطقه ۴۵۰ بذر در مترمربع در نظر گرفته شد. پس از کاشت(۲۷ مهر سال ۹۶ و ۴ آبان سال ۹۷)، یک نوبت آبیاری در پاییز جهت سبز نمودن بذور و استقرار آنها در خاک انجام گرفت. اواسط فروردین ماه پس از مساعد شدن شرایط محیطی اقدام به مبارزه شیمیایی بر علیه علف‌های هرز با استفاده از علف کش‌های توفوردی و پوماسوپر شد. در موقع پنجه‌دهی و ساقه رفتن پخش یکنواخت کود سرک (کود نیتروژن) انجام پذیرفت. در مرحله پایان طویل شدن ساقه و شروع ظهور سنبله

محلول‌پاشی با پتاسیم (دو در هزار K_2O)، اسید سالیسیلیک (۱ میلی‌مولار)، گابا (۲/۵ میلی‌مولار) انجام شد. در مرحله رسیدگی، برای اندازه‌گیری صفات زراعی از هر واحد آزمایشی به طور تصادفی ۱۰ بوته با حذف اثر حاشیه‌ها (از طرفین یک ردیف کاشت و نیم متر از ابتدا و انتهای کرت حذف شد) برداشت و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد. صفات مورد اندازه‌گیری در این تحقیق شامل تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و در نهایت عملکرد دانه بود. همچنین عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی دانه پس از رسیدگی فیزیولوژیک و برداشت(۲۰ تیر سال ۹۷ و ۱۵تیر سال ۹۸) از هر کرت، حدود ۳۰ گرم نمونه انتخاب و برای سنجش مواد دانه از روش AAS[1] (طیف سنجی جذب اتمی) استفاده گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشی از نرم افزارهای SPSS و MSTAT-C استفاده و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد سنبلچه در سنبله

نتایج جدول تجزیه واریانس داده ها حاکی از این است که اثر ساده سال و شوری بر تعداد سنبلچه در سنبله اثر معنی‌داری نداشت ولی تیمارهای محلول‌پاشی این صفت را تحت تاثیر قرار داد. این صفت تحت تاثیر اثر متقابل شوری با محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۴). اثر ساده ژنوتیپ و اثر متقابل شوری با ژنوتیپ بر تعداد سنبلچه در سنبله اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). اثر سه عامل شوری با محلول‌پاشی با ژنوتیپ موجب تاثیر بر تعداد سنبلچه در سنبله گردید (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های اثر سه گانه نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد سنبلچه در سنبله به ترتیب مربوط به رقم میهن در تیمار مصرف پتاسیم در تیمار عدم شوری (با میانگین ۲۰/۴ عدد) و رقم زارع در تیمار محلول‌پاشی گابا در تیمار شوری (با میانگین ۸/۳ عدد) بود (جدول ۵). نتایج مطالعه رنجبر و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که کاربرد آب شور در طول دوره رشد گندم، خصوصاً در مرحله استقرار بوته باعث کاهش تعداد سنبله نسبت به شرایط شاهد گردید. همچنین تیمارهای محلول‌پاشی بر تعداد سنبله اثر مثبتی داشت که بیشترین اثر مربوط به محلول-پاشی پتاسیم است. احتمال می‌رود که پتاسیم به عنوان یک عامل مقاوم کننده گیاه در مقابل عوامل نامساعد توانسته است شرایط مساعدی را جهت ادامه رشد رویشی و سپس زایشی گیاه فراهم آورد. خان و همکاران (۲۰۱۰) با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در باقلا تحت تنش شوری دریافتند محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک تعداد غلاف را در بوته افزایش می‌دهد. همچنین هر یک از ژنوتیپ‌های مختلف با داشتن شرایط ژنتیکی مخصوص به خود توانسته‌اند در شرایط متفاوت تنش و محلول-پاشی تعداد سنبله مشابهی را با هم تولید نمایند که رقم میهن با روند مشابهی در تیمارهای یاد شده بیشترین تعداد سنبله را دارا بود، که نشان دهنده وابستگی شدید این صفت به ژنوتیپ گیاهی دارد. هاشمی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که بیش‌ترین اثر مثبت اسید سالیسیلیک بر رشد و عملکرد گیاه جو در شرایط تنش شوری در کاربرد به صورت پرایمینگ و محلول‌پاشی در مرحله شروع پنجه‌زنی مشاهده شد. همچنین روند تغییر ارتفاع بوته، سطح برگ و وزن خشک بوته‌های جو نیز تحت اثر مثبت و معنی‌دار کاربرد اسید سالیسیلیک در هر دو نحوه کاربرد به صورت پرایمینگ و محلول‌پاشی قرار گرفت.

تعداد دانه در سنبله

تیمار شوری اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله نداشت ولی محلول‌پاشی این صفت را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۴). سطوح مختلف ژنوتیپ و اثرات متقابل شوری با ژنوتیپ، محلول‌پاشی با ژنوتیپ اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله داشت (جدول ۴). تیمارهای سه گانه شوری، محلول‌پاشی با ژنوتیپ اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله داشت (جدول ۴). بیشترین تعداد

[1] Atomic Absorption Spectroscopy

دانه در سنبله با میانگین ۶۴/۲ عدد در تیمار محلول‌پاشی رقم میهن با گابا در شرایط بدون تنش مشاهده گردید و کمترین مقدار این صفت با میانگین ۱۷/۲ عدد در تیمار محلول‌پاشی رقم زارع با گابا در شرایط تنش مشاهده گردید (جدول ۵). با افزایش سطوح شوری، طول سنبله کاهش یافت. تنش اعمال شده از یکسو، موجب تسریع در گلدهی و کاهش طول دوره گلدهی شده و از سوی دیگر موجب رشد رویشی کمتر و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی کمتر می‌گردد که تحت این شرایط، گیاه بقا خود را با هزینه کاهش تعداد دانه در سنبله که در نهایت به کاهش طول سنبله می‌انجامد تضمین می‌کند. با توجه به این‌که سنبله‌های بلندتر دارای تعداد دانه بیشتری هستند، از این‌رو طول سنبله به‌طور غیرمستقیم در عملکرد دانه نقش مهمی دارد. اثر کاهش دانه ممکن است به دلیل ممانعت از رشد گندم از طریق کاهش جذب آب، کاهش فعالیت‌های متابولیک به دلیل سمیت Cl^-، Na^+ و کاهش مواد غذایی ناشی از تداخل یونی باشد (دی لاسردا و همکاران، ۲۰۰۳). به بیان ساده‌تر به نظر می‌رسد اعمال تیمارهای مختلف شوری سبب نابارور شدن سنبلچه‌ها و همچنین کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها شده است. کاهش تعداد دانه در هر سنبله ممکن است هم نتیجه کاهش تعداد سنبلچه در هر سنبله و هم ناشی از عقیمی گلچه‌های موجود در هر سنبله می‌باشد (جعفریان و زارع ۲۰۱۶). افزایش تعداد دانه در سنبله گندم (شکوفا و امام ۲۰۰۸) با محلول پاشی نیتروژن و تنظیم کننده های رشد و افزایش سنبله جو (پاکار و همکاران ۲۰۱۴) با محلول‌پاشی غلظت های مختلف اسید سالسیلیک گزارش شده است. علت افزایش تعداد دانه در سنبله، افزایش نسبت تسهیم مواد پرورده به دانه گزارش شده است (امین و همکاران ۲۰۰۸). گابا با تاثیر بر ایجاد هورمون‌های مختلف گیاهی موجب کاهش عقیمی و در نتیجه تشکیل تعداد دانه بیشتر در سنبله می‌گردد. همچنین تعداد دانه در سنبله از خصوصیات ارقام مختلف است که وابستگی بالایی به طول خوشه، تعداد خوشه چه و ... دارد که با توجه به طول سنبله بلندتر رقم میهن این نتیجه دور از انتظار نمی‌باشد.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه تحت اثر ساده سال، شوری قرار نگرفت (جدول ۴). محلول‌پاشی و اثر متقابل شوری با محلول‌پاشی بر وزن هزار دانه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). ژنوتیپ و اثر متقابل دوگانه شوری با ژنوتیپ، محلول‌پاشی با ژنوتیپ و اثر سه گانه شوری با محلول‌پاشی با ژنوتیپ بر وزن هزار دانه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). محلول‌پاشی با گابا در ژنوتیپ MS89-13 در شرایط بدون تنش دارای بیشترین وزن هزار دانه با میانگین ۷۰/۰ گرم بود و تیمار عدم محلول‌پاشی (شاهد) رقم زارع در شرایط تنش شوری با میانگین ۴۲/۸ گرم کمترین وزن هزار دانه را دارا بود (جدول ۵). وزن دانه به مقدار زیادی وابسته به دوره پرشدن دانه است. بنابراین تنش‌های محیطی که موجب کوتاه شدن دوره پرشدن دانه می‌شوند به طور معنی‌داری وزن دانه را کاهش می‌دهند (خلیل زاده و همکاران ۲۰۱۷). اختلال در انتقال کربوهیدرات‌ها به دانه که نتیجه تجمع املاح مضر در گیاه و همچنین بر هم خوردن تعادل یونی می‌باشد، ممکن است مهم‌ترین دلیل کاهش وزن دانه در شرایط تنش باشد. کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در ارقام بدون پوشش جو نیز گزارش شده است (ماشی و همکاران ۲۰۰۸). همچنین تنش شوری از طریق صدمه به برگ، سبب کاهش فتوسنتز برگ، کاهش وزن دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود (جامس و همکاران ۲۰۰۲). افزایش غلظت پتاسیم برگ با تأثیر بر فرایندهای فتوسنتز در شرایط تنش شوری (دیگل اینوسنتی و همکاران ۲۰۰۹) و نیز افزایش رشد و تقسیم سلولی و انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها سبب افزایش اندازهٔ دانه و وزن هزار دانه می‌شود. بین تجمع ماده خشک در گیاه و وزن دانه ارتباط نزدیکی وجود دارد و هر چه میزان تجمع ماده خشک در گیاه بیشتر باشد، تعداد دانه و پر شدن آن‌ها بهتر صورت می‌گیرد. پتاسیم نقش بسیار مهمی در نقل و انتقال قند از طریق آوند آبکش دارد که با حضور آن قند تولید شده در فرآیند فتوسنتز، در آوند آبکش به سایر اندام‌ها و برگ‌ها منتقل می‌گردد و

رشد آن‌ها را تضمین می‌کند (نوروزی و قاجار سپانلو ۲۰۱۴).

شاخص برداشت

تیمارهای ساده سال و شوری نتوانستند شاخص برداشت را تحت تاثیر قرار دهند ولی محلول‌پاشی موجب تاثیر بر شاخص برداشت گردید (جدول ۴). اثر متقابل دو عامل شوری با محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۴). اثر ساده ژنوتیپ و متقابل شوری با ژنوتیپ بر شاخص برداشت اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). اثر متقابل محلول‌پاشی با ژنوتیپ و شوری با محلول‌پاشی با ژنوتیپ شاخص برداشت را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۴). رقم اروم با محلول‌پاشی اسید سالسیلیک در شرایط تنش شوری با میانگین ۶۶/۰ درصد بیشترین شاخص برداشت را دارا بود و رقم حیدری در عدم محلول‌پاشی و شرایط تنش شوری با میانگین ۳۸/۷ درصد کمترین شاخص برداشت را دارا بود (جدول ۵). علت افزایش شاخص برداشت در اثر تنش شوری می‌تواند ناشی از کاهش بیشتر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه باشد. به نظر می‌رسد گیاه در یک فرآیند طبیعی سعی بر انتقال مواد ذخیره‌ای خود از اندام گیاهی به دانه را دارد تا بتواند هر چه بهتر به بقای نسل خود ادامه دهد. این نتایج با یافته‌های فرانکوئیس و همکاران (۱۹۹۴) و قربانی و همکاران (2017) در مورد افزایش شاخص برداشت در شرایط تنش شوری مطابقت دارد. پژوهشگران افزایش شاخص برداشت در شرایط تنش‌های محیطی با استفاده از مواد مختلف را به حفظ محتوای آب نسبی برگ و کاهش نشت یونی آن در این شرایط نسبت داده‌اند (اشرف و همکاران ۲۰۱۰). به نظر می‌رسد استفاده از محلول‌پاشی مواد با تاثیر بر جذب آب، تاثیر بر نفوذپذیری غشاء سلولی، جذب مواد غذایی و نسبت مواد جذبی خصوصاً رابط بین جذب پتاسیم، سدیم و ... توانسته است با تاثیر بر تولید دانه موجب افزایش میزان شاخص برداشت نسبت به شرایط شاهد گردد.

عملکرد دانه

شوری در سطح احتمال ۵درصد و محلول پاشی در سطح احتمال ۱ درصد بر عملکرد دانه تاثیر معنی داری داشت(جدول ۴). عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر اثر متقابل شوری با محلول‌پاشی قرار گرفت، همچنین ژنوتیپ و اثر متقابل شوری با ژنوتیپ بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). عملکرد دانه تحت تاثیر اثر متقابل محلول‌پاشی با ژنوتیپ و شوری با محلول‌پاشی با ژنوتیپ قرار گرفت (جدول ۴). محلول-پاشی گابا در شرایط عدم تنش با میانگین 11366/۷ کیلوگرم در هکتار در رقم میهن بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود در حالی‌که محلول‌پاشی گابا در شرایط تنش شوری با میانگین ۱۸۷۶/۷ کیلوگرم در هکتار در رقم اروم کمترین عملکرد دانه را تولید نمود (جدول ۵). کاهش رشد گیاهان تحت تنش می‌تواند به دلیل کاهش ذخایر انرژی گیاه باشد که در نتیجه کاهش و اختلال فعالیت‌های زیستی و متابولیسمی در گیاهان مختلف ایجاد می‌شود (وانگ و همکاران ۲۰۰۹). به علت اثر منفی پتانسیل اسمزی بالای محلول خاک و جذب کم آب و عناصر غذایی و تاثیر سوء شوری بر فتوسنتز و فرآیندهای جانبی آن، انرژی لازم برای رشد مناسب ریشه و اندام هوایی در اختیار آن‌ها قرار نمی‌گیرد (اشرف و فولاد ۲۰۰۷). اکبرپور و همکاران (۲۰۱۵) با ارزیابی ۳۳ ژنوتیپ گندم در دو شرایط عدم تنش و تنش شوری در مزرعه، همبستگی ژنتیکی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در هر دو شرایط محیطی گزارش و نشان دادند که صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت از تنوع ژنتیکی لازم برای استفاده در برنامه‌های به نژادی گندم برای تحمل شوری برخوردار هستند. بر اساس نتایج نرجسی و همکاران (۲۰۱۰) تنش شوری موجب کاهش اجزاء عملکرد گندم به جزء تعداد دانه در سنبله و در نتیجه موجب کاهش عملکرد دانه در ارقام گندم گردید. به نظر می‌رسد کاهش در مقدار اجزای عملکرد شامل، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در تیمار شوری توانسته است تاثیر منفی بر عملکرد گیاه داشته و از مقدار آن بکاهد. نتایج مطالعات آقایی و همکاران (۲۰۲۰) روی گندم نشان داد که تنش شوری به مقادیر ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌مولار موجب کاهش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید. ایشان علت کاهش عملکرد

را در شرایط تنش شوری کاهش طول دوره پرشدن دانه و در نتیجه کاهش وزن دانه در گندم اعلام نمودند. طی مطالعه‌ای در گندم دوروم سنتز گابا به طور خاص و سایر اسیدهای آمینه از جمله پرولین بطور جزئی، بازسازی سوخت و ساز و فرآیندهای دفاعی گیاه، نقش مهمی را در پاسخ به استرس‌های همزمان بازی می‌کنند (وودرو و همکاران ۲۰۱۷). به نظر می‌رسد این نقش با افزایش عملکرد گیاه همراه شده و موجب افزایش عملکرد گیاه می‌گردد. نتایج ابوسعید و همکاران (۲۰۱۸) در گیاه خردل حاکی از آن بود که مصرف گابا تا ۳ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش عملکرد دانه نسبت به شرایط شاهد در گیاه گردید ولی مصرف آن به میزان ۴ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهش عملکرد گردید. در بررسی اخیر با کاربرد گابا بین ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف آزمایش، مشخص شد رقم میهن در شرایط بدون شوری میانگین عملکرد بالاتری نسبت به سایرین دارد. در حالیکه در شرایط تنش شوری ژنوتیپهای مورد مقایسه واکنش تقریباً یکسانی را نشان دادند.

نیتروژن دانه

اثر ساده سال و شوری بر میزان نیتروژن گیاه اثری نداشت ولی محلول‌پاشی میزان این صفت را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۴). میزان نیتروژن تحت تاثیر اثر متقابل شوری با محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۴). ژنوتیپ موجب اثر معنی‌داری بر نیتروژن گردید (جدول ۴). اثرات متقابل شوری با ژنوتیپ، محلول‌پاشی با ژنوتیپ و شوری با محلول‌پاشی با ژنوتیپ میزان نیتروژن را در سطح احتمال ۱ درصد تحت تاثیر معنی‌داری قرار داد (جدول ۴). رقم اروم با محلول‌پاشی اسید سالسیلیک در شرایط بدون تنش شوری با میانگین ۳/۰۱ درصد بیشترین مقدار نیتروژن را دارا بود در حالی‌که رقم حیدری با محلول‌پاشی گابا در شرایط تنش شوری با میانگین ۱/۲۰ درصد کمترین میزان نیتروژن را دارا بود (جدول ۵). قابلیت هدایت الکتریکی بالای خاک‌های شور فعالیت‌های میکروبی و تجزیه مواد آلی را کاهش می‌دهد در نتیجه بر چرخه نیتروژن در خاک و گیاه تأثیر می‌گذارد (پتهک و رائو ۱۹۹۸). همچنین در اثر تنش شوری، گیاه قادر به استفاده نیتروژن موجود در خاک نبوده حتی اگر عنصر نیتروژن بیش از نیاز گیاه در خاک وجود داشته باشد (لاکردا و همکاران ۲۰۱۶). کاهش غلظت نیتروژن در اثر تنش شوری را محققان در گیاهان مختلف گزارش کرده‌اند (تارتورا و همکاران ۲۰۱۴ و صادقی پور ۲۰۱۷). همچنین حسینی و همکاران (۲۰۱۹) طی تحقیقی در شرایط تنش آبی نشان دادند که استفاده از اسید سالسیلیک و مگافول در گیاه لوبیا باعث افزایش میزان نیتروژن گردید.احتمال داده میشود استفاده از مواد مختلف در محلول‌پاشی با تاثیر بر روابط جذب مواد غذایی و تاثیر بر جذب عناصر مختلف توانسته است موجب افزایش قدرت جذب گیاه گردد، همچنین استفاده از این مواد با کاهش اثرات منفی تنش آبی توانسته است به جذب مواد در شرایط تنش کمک نماید و موجب افزایش جذب نیتروژن نسبت به شرایط شاهد گردد. همچنین می‌توان اظهار نمود که قدرت جذب و ذخیره عناصر در بین ارقام مختلف متفاوت بوده و وابستگی شدیدی به ژنتیک و همچنین خصوصیات فیزیولوژیک گیاه دارد.

فسفر دانه

اثر ساده تیمارهای سال و شوری بر مقدار فسفر معنی‌دار نبود ولی اثرات محلول‌پاشی و ژنوتیپ بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۴). اثر متقابل دو گانه شوری با محلول‌پاشی، شوری با ژنوتیپ و محلول‌پاشی با ژنوتیپ و اثر سه گانه شوری با محلول‌پاشی با ژنوتیپ در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان فسفر تاثیر معنی‌داری داشت (جدول ۴). تیمار محلول‌پاشی شاهد در ژنوتیپ MS91-14 در شرایط بدون تنش با میانگین ۴/۳۷ درصد بیشترین مقدار فسفر را دارا بود و تیمار شاهد محلول‌پاشی شاهد رقم حیدری در شرایط تنش شوری با میانگین ۲/۴۷ درصد کمترین مقدار فسفر را دار بود (جدول ۵). شهرآیینی و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند شوری موجب کاهش جذب فسفر در دانه گندم گردید. کاهش فعالیت فسفر محلول به دلیل افزایش قدرت یونی محلول و کاهش غلظت فسفر محلول خاک به دلیل ایجاد کانی‌های کلسیم- فسفر از جمله دلایل کاهش جذب فسفر توسط گیاهان در شرایط شور می‌باشد (گراتان و گریو ۱۹۹۲). با توجه به اثر مثبت محلول‌پاشی کلیه مواد

نسبت به شرایط شاهد (عدم محلول‌پاشی) بر جذب فسفر به نظر می‌رسد گیاه با ایجاد شرایط مناسب جهت رشد و ایجاد روابط مناسب در جذب و ذخیره عناصر غذایی مختلف از خاک با ایجاد سیستم ریشه‌ای قوی‌تر خصوصاً فسفر بیشتری را جذب نماید. حسینی و همکاران (۲۰۱۹) طی تحقیقی در شرایط تنش آبی در گیاه لوبیا نشان دادند که محلول‌پاشی اسید سالسیلیک و مگافول باعث افزایش جذب فسفر نسبت به شرایط عدم محلول‌پاشی گردید.

پتاسیم دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده ها مشخص شد تیمار شوری اثر معنی‌داری بر میزان پتاسیم دانه داشت ولی اثر ساده سال بر این صفت تاثیری نداشت (جدول ۴). محلول‌پاشی و اثر متقابل آن با شوری بر میزان پتاسیم اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). اثر ساده ژنوتیپ و اثر متقابل آن با سطوح محلول‌پاشی و سطوح شوری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان پتاسیم دانه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۴). بیشترین میزان پتاسیم دانه در تیمار محلول‌پاشی پتاسیم در ژنوتیپ MS89-13 و حیدری در شرایط تنش شوری به دست آمد و کمترین میزان این صفت در شرایط محلول‌پاشی گابا و شرایط بدون تنش شوری در رقم حیدری و میهن به دست آمد (جدول ۵). همچنین در تحقیق دیگری روی گندم، احمدپور سفید کوهی و همکاران (۲۰۱۲) اعلام کردند کاربرد بیشتر کودهای آلی میزان جذب پتاسیم را افزایش داد. آن‌ها همچنین بیان نمودند که کودهای آلی توانسته‌اند مقادیر بیشتری از پتاسیم را نسبت به کودهای شیمیایی در گیاه قابل جذب نمایند.

جدول ۴- خلاصه تجزیه واریانس اجزای عملکرد، عملکرد دانه و عناصر ماکرو گندم طی آزمایش در سال ۹۶- ۹۷ و ۹۷- ۹۸

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	شاخص برداشت	عملکرد دانه	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
سال	۱	۴۱۳/۱۸۷	۳۳۸۸/۳۶	۵۰۲۲/۰۲۷	۶۵۹۸/۵۷	۱۲۷۲۹۸۹۴۱/۱	۱۰/۱۳۰	۲۹/۹۱۷	۲۳۷۸/۶۷۹
تکرار (سال)	۴	۱۶۷/۸۲۸	۱۳۰۸/۹۱	۳۲۱۲/۶۸۸	۲۷۲۳/۷۸	۵۴۹۱۲۷۰۰/۳	۴/۷۹۹	۱۳/۷۹۹	۹۰۹/۲۲۰
شوری	۱	۹۷۳/۰۸۱^{ns}	۱۰۰۲۱/۵۰^{ns}	۱۴۷۰/۸۶۰^{ns}	۷۹۳۶/۵۷^{ns}	۱۴۲۱۲۱۸۳۶۶/۷*	۳۸/۳۶۷^{ns}	۸۰/۸۱۱^{ns}	۳۶۷۰۸/۷۶۲**
سال × شوری	۱	۲۳۱/۰۰۶	۲۵۶۸/۵۷	۱۷۴۱/۷۴۱	۲۷۳۷/۱۵	۸۴۸۶۹۲۳۷/۲	۲/۸۲۰	۷/۶۹۳	۳۷/۳۳۳
اشتباه ۱	۴	۲۴۰/۰۳۲	۲۰۸۷/۴۱	۵۴۹۴/۳۳۶	۳۸۸۰/۸۵	۷۵۸۰۹۷۲۶/۳	۵/۳۴۰	۱۵/۴۰۸	۱۱۱۶/۴۰۵
محلول پاشی	۳	۱۹/۴۶۷**	۲۳۵/۹۹*	۷۰/۵۰۳**	۱۴۹/۶۸**	۴۲۸۶۰۱۹/۴**	۰/۳۵۱**	۰/۵۲۹**	۱۳۷/۴۱۷**
سال × محلول‌پاشی	۳	۱/۴۴۱	۹/۷۰	۲/۹۵۵	۳۲/۸۱	۳۲۲۴۸۳/۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۶	۰/۶۸۷
شوری × محلول‌پاشی	۳	۲۱/۰۵۴**	۷۴/۷۰^{ns}	۱۲۲/۴۳۹**	۱۳۶/۸۹**	۳۰۵۷۰۷۱/۵**	۰/۱۲۹**	۰/۳۵۵**	۶۵/۶۹۰**
سال × شوری × محلول‌پاشی	۳	۱/۳۶۴	۹/۱۴	۲۳/۲۴۱	۱۰/۸۸	۲۱۲۷۸۵/۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۷۱
ژنوتیپ	۶	۱۴۶/۹۵۲**	۱۶۸۹/۷۸**	۲۲۲۸/۵۷۵**	۲۵۲/۵۶**	۵۴۰۸۴۴۶۷/۵**	۰/۲۹۰**	۰/۴۶۶**	۶۷/۲۸۸**
سال × ژنوتیپ	۶	۴/۲۳۸	۳۴/۵۳	۴۴/۷۱۴	۱۴/۳۴	۱۵۵۷۱۰۷/۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۲۴۸
شوری × ژنوتیپ	۶	۳۱/۹۱۵**	۴۱۶/۴۹**	۲۲۱/۰۸۹**	۶۱/۱۶**	۱۶۶۵۸۴۰۵/۲**	۰/۱۷۷**	۰/۲۶۸**	۴۲/۷۷۶**
سال × شوری × ژنوتیپ	۶	۵/۶۶۴	۷۱/۹۲	۶۹/۰۸۱	۱۰/۹۴	۱۳۶۸۸۱۷/۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۱۵۳
محلول‌پاشی × ژنوتیپ	۱۸	۵/۷۲۹^{ns}	۱۱۵/۸۰*	۵۰/۲۶۵**	۷۷/۳۱**	۳۷۵۶۱۸۶/۷**	۰/۴۵۱**	۰/۱۹۱**	۷۷/۷۸۲**
سال × محلول‌پاشی × ژنوتیپ	۱۸	۲/۷۷۶	۳۹/۲۹	۹/۱۱۵	۱۴/۹۶	۳۶۹۸۹۲/۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۵۱۵
شوری × محلول‌پاشی × ژنوتیپ	۱۸	۸/۸۳۶*	۱۴۷/۲۰**	۲۶/۱۲۲*	۵۴/۳۲**	۲۶۶۷۹۴۲/۴**	۰/۳۹۴**	۰/۲۸۵**	۷۲/۰۷۵**
سال × شوری × محلول‌پاشی × ژنوتیپ	۱۸	۱/۷۵۲	۲۰/۲۴	۶/۷۹۴	۱۱/۳۱	۲۱۹۶۹۷/۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۴۰۹
اشتباه ۲	۲۱۶	۴/۸۷۲	۶۱/۴۱	۱۵/۷۷۴	۲۰/۵۴	۵۹۷۸۸۲/۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۳۶۵
ضریب تغییرات(٪)		۱۷/۷۰	۲۲/۲۰	۷/۴۴	۹/۱۲	۱۲/۵۱	۲/۵۶	۱/۲۹	۱/۶۶

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری تنش شوری، محلول‌پاشی و ژنوتیپ برای اجزای عملکرد، عملکرد و عناصر ماکرو گندم طی آزمایش در سال ۹۷- ۹۶ و ۹۸- ۹۷

سطوح تنش شوری	محلول-پاشی	ژنوتیپ	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (g)	شاخص برداشت (%)	عملکرد دانه ($kg.ha^{-1}$)	نیتروژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)
بدون تنش شوری	پتاسیم	اروم	۲۴/۶ a-k	۴۴/۳ b-g	۴۸/۳ k-p	۵۶/۳ a-f	۵۶۸۰/۵ h-k	۲/۳۶ d-g	۳/۴۷ k	۲۶/۵ l-n
		زارع	۱۷/۲ g-m	۳۲/۳ e-j	۵۰/۲ i-p	۵۶/۰ a-g	۹۱۶۶/۲ b-d	۲/۳۴ d-h	۳/۷۰ g-j	۲۶/۰ l-o
		میهن	۳۳/۲ ab	۶۱/۷ ab	۴۶/۸ l-p	۵۳/۵ b-m	۱۰۵۵۰/۷ a-c	۲/۲۴ f-j	۳/۷۱ f-i	۲۵/۳ m-q
		حیدری	۱۹/۳ e-m	۳۴/۰ d-j	۵۰/۰ i-p	۴۸/۲ c-o	۶۵۲۹/۵ f-j	۱/۳۷ x-z	۳/۶۹ h-j	۲۶/۸ lm
	گابا	MS89-12	۲۸/۲ a-h	۳۷/۳ c-i	۶۶/۰ a-c	۵۴/۲ b-k	۸۳۵۳/۸ d-f	۲/۳۷ d-g	۳/۶۳ i-j	۲۳/۲ st
		MS89-13	۳۴/۱ a	۴۶/۵ a-f	۶۵/۰ a-c	۶۰/۵ a-b	۹۲۲۹/۳ b-d	۲/۴۰ de	۳/۷۰ g-j	۲۳/۰ st
		MS91-14	۲۴/۶ a-k	۳۶/۰ c-j	۶۱/۳ a-g	۵۵/۸ a-h	۷۶۵۵/۲ d-g	۲/۵۵ bc	۴/۱۴ bc	۲۹/۳ k
	اسید سالسیلیک	اروم	۲۲/۹ a-l	۴۰/۰ c-i	۴۹/۵ j-p	۵۵/۸ a-h	۵۷۷۵/۸ g-k	۲/۲۴ f-j	۴/۱۱ c	۲۳/۵ r-t
		زارع	۲۴/۵ a-k	۴۸/۳ a-e	۴۷/۷ l-p	۵۶/۷ a-e	۹۰۷۷/۸ b-d	۲/۲۳ gk	۳/۸۱ d-f	۲۵/۰ n-r
		میهن	۳۳/۱ a-c	۶۴/۲ a	۴۵/۰ m-p	۵۵/۸ a-h	۱۱۳۶۶/۷ a	۲/۱۵ j-l	۴/۱۲ bc	۲۲/۸ t
		حیدری	۱۶/۷ h-m	۲۸/۵ f-j	۴۸/۷ k-p	۴۷/۵ c-o	۸۲۲۹/۰ d-f	۲/۳۴ d-h	۴/۰۶ c	۲۲/۷ t
		MS89-12	۲۵/۳ a-k	۳۴/۷ d-j	۶۵/۳ a-c	۵۵/۲ a-j	۸۸۴۰/۷ c-e	۲/۳۱ e-i	۳/۸۲ de	۲۷/۰ l
		MS89-13	۲۸/۸ a-g	۳۷/۲ c-i	۷۰/۰ a	۵۴/۲ b-k	۹۰۴۴/۸ b-d	۲/۳۶ d-g	۴/۱۴ bc	۲۶/۰ l-o
		MS91-14	۲۷/۶ a-i	۴۱/۳ c-i	۵۹/۸ b-i	۵۷/۳ a-d	۷۸۹۶/۸ d-f	۲/۳۸ df	۴/۱۶ bc	۲۹/۳ k
	شاهد	اروم	۲۵/۴ a-k	۴۱/۸ c-h	۵۳/۲ e-o	۵۸/۰ a-c	۵۵۳۶/۷ h-k	۳/۰۱ a	۴/۲۲ b	۲۵/۸ l-o
		زارع	۱۴/۸ k-m	۲۷/۵ f-j	۵۰/۰ i-p	۵۱/۲ b-n	۷۵۹۵/۲ d-h	۲/۵۶ b-c	۳/۸۳ de	۲۸/۷ k
		میهن	۲۷/۵ a-j	۵۲/۳ a-d	۴۶/۲ l-p	۵۶/۰ a-g	۱۰۶۴۷/۵ a-b	۲/۲۱ h-k	۳/۰۸ c	۲۶/۵ l-n
		حیدری	۲۰/۴ d-m	۳۷/۷ c-i	۴۸/۲ k-p	۵۳/۲ b-n	۷۷۱۵/۷ d-f	۲/۶۹ b	۳/۷۱ f-i	۳۰/۰ k
		MS89-12	۲۹/۶ a-f	۳۸/۷ c-i	۶۹/۲ a-b	۵۵/۳ a-i	۸۲۶۲/۲ c-e	۲/۲۲ h-k	۳/۹۰ d	۲۴/۵ o-s
		MS89-13	۲۶/۳ a-k	۳۶/۰ c-j	۶۴/۸ a-d	۵۲/۵ b-n	۷۸۴۰/۸ c-e	۲/۲۰ i-k	۳/۸۰ d-g	۲۶/۲ l-n
		MS91-14	۲۶/۳ a-k	۳۷/۳ c-i	۶۱/۸ a-f	۵۳/۸ b-l	۷۸۲۱/۲ d-f	۱/۹۹ m-o	۳/۷۹ e-h	۲۴/۰ q-t
		اروم	۲۰/۳ d-m	۳۴/۸ d-j	۵۱/۳ h-p	۵۵/۸ a-h	۵۶۶۷/۷ i-k	۲/۱۰ k-m	۴/۱۲ bc	۳۰/۲ k
		زارع	۲۱/۱ c-m	۳۹/۷ c-i	۴۹/۵ j-p	۵۵/۰ a-j	۷۵۹۳/۳ d-h	۲/۲۳ g-k	۳/۸۰ d-g	۲۸/۷ k
		میهن	۳۱/۴ a-d	۵۴/۷ a-c	۵۱/۳ h-p	۵۵/۵ a-i	۱۰۹۷۰/۵ a-c	۲/۲۶ f-j	۳/۶۹ h-j	۲۵/۳ m-q
		حیدری	۱۷/۱ g-m	۳۱/۳ e-j	۴۸/۲ k-p	۴۸/۲ c-o	۸۲۱۵/۰ d-f	۲/۳۲ e-i	۳/۵۹ j	۲۴/۲ r-t
		MS89-12	۲۴/۶ a-k	۳۶/۲ c-j	۶۵/۵ a-c	۵۲/۵ b-n	۸۹۲۷/۸ d-f	۲/۳۴ d-h	۳/۷۰ g-j	۲۵/۷ l-p
		MS89-13	۳۱/۱ a-e	۴۶/۰ a-f	۶۰/۷ a-h	۵۷/۷ a-c	۸۸۷۲/۵ d-f	۲/۳۶ d-g	۴/۱۲ bc	۲۵/۰ n-r
		MS91-14	۲۷/۷ a-i	۴۱/۰ c-i	۵۹/۸ b-i	۵۵/۳ a-i	۷۵۷۵/۷ d-h	۲/۴۸ c-d	۴/۳۷ a	۲۳/۰ st
با تنش شوری	پتاسیم	اروم	۲۲/۸ a-l	۳۱/۵ e-j	۵۵/۰ d-l	۴۵/۷ e-o	۲۲۰۱/۰ k-p	۱/۸۶ o-q	۲/۹۳ o-q	۴۲/۰ j
		زارع	۱۴/۴ k-m	۲۶/۰ g-j	۴۴/۳ n-p	۴۴/۸ g-o	۴۰۲۸/۵ n-q	۱/۶۲ s-v	۲/۷۴ s-t	۴۳/۵ ij
		میهن	۲۱/۲ c-m	۳۶/۸ c-i	۴۴/۰ o-p	۴۴/۵ i-o	۳۹۳۵/۵ k-p	۱/۶۱ s-v	۳/۰۷ mn	۵۳/۳ bc
		حیدری	۲۱/۹ b-l	۳۴/۸ d-j	۴۹/۳ k-p	۴۴/۰ j-o	۴۲۳۶/۰ k-n	۱/۷۴ q-s	۲/۷۹ r-t	۵۶/۲ a
	گابا	MS89-12	۲۷/۰ a-j	۳۳/۳ d-j	۶۲/۳ a-f	۴۵/۰ g-o	۴۲۱۷/۳ i-l	۱/۴۱ w-z	۲/۷۵ s-t	۴۳/۲ ij
		MS89-13	۲۲/۴ a-l	۲۹/۸ e-j	۵۷/۷ c-k	۴۵/۰ g-o	۴۰۰۱/۲ k-n	۱/۹۲ n-p	۳/۲۴ l	۵۶/۳ a
		MS91-14	۲۴/۷ a-k	۳۲/۳ e-j	۵۹/۳ b-j	۴۶/۸ c-o	۵۲۴۴/۸ k-o	۱/۵۴ u-w	۲/۶۸ tu	۴۷/۷ ef
	اسید سالسیلیک	اروم	۲۴/۷ a-k	۳۵/۰ d-j	۵۴/۰ e-n	۴۶/۸ c-o	۱۸۷۶/۷ q	۲/۰۲ l-n	۳/۱۷ mn	۴۳/۵ ij

	زارع	۹/۳ m	۱۷/۲ j	۴۴/۲ n-p	۴۴/۷ h-o	۴۶۹۷/۰ j-m	۱/۲۹ Yz	۲/۹۶ n-q	۴۳/۵ ij
	میهن	۲۲/۹ a-l	۴۰/۷ c-i	۴۴/۷ n-p	۴۸/۷ c-o	۳۵۲۴/۷ l-q	۱/۶۱ s-v	۳/۰۳ m-o	۴۲/۲ j
	حیدری	۱۷/۰ g-m	۲۵/۳ g-j	۵۱/۲ h-p	۴۳/۰ k-o	۴۳۷۹/۸ k-n	۱/۲۰ z	۲/۸۸ p-r	۴۳/۵ ij
گابا	MS89-12	۳۰/۵ a-e	۳۶/۲ c-j	۶۲/۵ a-e	۴۵/۲ f-o	۴۱۲۶/۸ k-p	۱/۷۱ r-t	۲/۶۹ s-u	۴۴/۵ hi
	MS89-13	۲۷/۳ a-j	۳۳/۳ d-j	۶۰/۷ a-h	۴۵/۲ f-o	۵۰۶۹/۷ j-m	۱/۷۱ r-t	۲/۸۰ r-s	۴۴/۲ hi
	MS91-14	۲۰/۹ d-m	۳۰/۲ e-j	۵۴/۰ e-n	۴۵/۳ f-o	۴۴۰۷/۷ k-n	۱/۴۳ w-y	۳/۰۷ mn	۴۵/۵ gh
	اروم	۱۷/۱ g-m	۲۵/۲ g-j	۵۱/۸ g-p	۶۶/۰ a	۲۳۰۶/۲ p-q	۱/۹۲ n-p	۳/۰۳ no	۵۴/۲ b
	زارع	۱۲/۲ l-m	۲۱/۸ ij	۴۵/۲ l-p	۴۵/۳ f-o	۴۱۸۰/۰ k-p	۲/۰۰ mn	۲/۸۷ qr	۴۳/۲ ij
	میهن	۲۲/۶ a-l	۳۹/۲ c-i	۴۵/۲ l-p	۴۶/۲ d-o	۳۱۳۶/۷ k-p	۱/۸۳ p-r	۳/۰۹ m	۴۳/۲ ij
اسید	حیدری	۱۷/۷ f-m	۲۹/۷ e-j	۴۶/۲ l-p	۴۲/۲ n-o	۴۵۹۵/۲ k-o	۱/۶۸ st	۳/۳۲ l	۴۸/۸ e
سالسیلیک	MS89-12	۲۱/۹ b-l	۳۲/۰ e-j	۵۲/۵ f-p	۴۳/۵ k-o	۴۱۹۸/۳ k-o	۱/۵۹ t-v	۲/۶۲ u	۵۱/۸ cd
	MS89-13	۱۶/۱ i-m	۲۲/۷ h-j	۵۴/۸ e-m	۴۴/۸ g-o	۴۶۶۳/۳ k-p	۱/۴۸ v-x	۳/۲۵ l	۴۷/۳ ef
	MS91-14	۲۲/۳ a-l	۳۴/۰ d-j	۴۸/۵ k-p	۴۳/۷ k-o	۴۳۵۳/۰ i-l	۱/۵۴ u-w	۲/۷۵ st	۴۳/۲ ij
	اروم	۱۷/۲ g-m	۲۴/۲ h-j	۵۲/۵ f-p	۴۲/۳ m-o	۳۹۴۷/۵ o-q	۱/۴۳ w-y	۲/۹۸ m-p	۵۰/۷ d
	زارع	۱۴/۳ k-m	۲۷/۷ f-j	۴۲/۸ p	۴۴/۵ i-o	۲۶۱۵/۲ k-o	۱/۶۴ s-u	۲/۷۰ s-u	۴۳/۲ ij
	میهن	۱۹/۹ d-m	۳۴/۰ d-j	۴۴/۸ n-p	۴۲/۸ l-o	۷۰۳۶/۲ m-q	۱/۹۲ n-p	۳/۰۷ mn	۵۱/۸ cd
	حیدری	۱۴/۵ k-m	۲۳/۵ h-j	۴۶/۳ l-p	۳۸/۷ o	۴۴۱۶/۷ k-m	۱/۵۹ t-v	۲/۴۷ v	۴۵/۵ gh
شاهد	MS89-12	۲۲/۳ a-l	۲۹/۰ e-j	۵۹/۸ b-i	۳۹/۳ l-o	۵۳۰۹/۵ k-o	۱/۷۱ r-t	۳/۰۹ m	۴۴/۲ hi
	MS89-13	۱۵/۶ j-m	۲۲/۸ h-j	۴۹/۰ k-p	۳۸/۸ o	۴۵۳۳/۰ j-m	۱/۲۸ z	۲/۷۹ r-t	۴۶/۲ f-g
	MS91-14	۱۹/۵ d-m	۲۷/۳ f-j	۵۳/۵ e-o	۴۲/۰ no	۴۲۰۱/۷ k-n	۱/۴۱ w-z	۲/۷۵ st	۴۷/۳ ef

در هرستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Tukey's Multiple Range Test.

نتیجه گیری کلی

نتایج آزمایش نشـان دهنده ی بهبود خصـوصـیات مورفولوژیکی و جذب عناصـر تحت تیمار محلول پاشی با مواد تحریک کننده رشد نسبت به شاهد بود. این تاثیر پذیری در شرایط متقابل ژنوتیپ و محلول پاشی مشهود و بـارز بود. گـامـا آمینو بوتریک اسـید (GABA) به عنوان یک ماده کاربردی در کاهش اثرات تنش شـوری در دو محیط نرمال و شور در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گنـدم، در بحـث عملکرد دانـه تحـت تـاثیر ژنوتیـپ قرار گرفـت. محلول پـاشـــی با گابا در شـــرایط نرمال خاک عملکرد دانـه را در رقم میهن افزایش داد بـه نحوی کـه میزان برداشـت یازده هزار و سـیصـد و شصت وشش کیلو گرم در هکتار بود. درحالیکه عملکرد دانه ثبت شـده در رقم اروم در محلول پـاشـــی بـا همین ماده(گابا) در شـرایط شـوری خاک هزاروهشـتصـد و هفتاد و شـش کیلوگرم در هکتـار بود. تعداد سـنبلچه در سـنبله رقم میهن در تیمار محلول پاشـی پتاسـیم با شـرایط بدون تنش به تعداد 20/4 سـنبلچه، افزایش نسـبت به شاهد را نشـان داد. افزایش وزن هزار دانه در ژنوتیپ MS-89-13 با محلول پاشـی گابا نیز به میزان ۷۰ گرم ثبت شد. افزایش شـاخص برداشـت رقم اروم در شـرایط تنش شـوری و محلول پاشـی اسید سالیسیلیک با ۶۶٪ نیز از دیگر نتایج تحقیق حاضـر بود. بیشـترین مقدار نیتروژن دانه(3/01%)در شـرایط بدون تنش و محلول پاشی با اسـید سـالیسـیلیک در رقم اروم مشـاهده شـد. تیمار محلول پاشـی پتاسـیم در شـرایط شـوری خاک، میزان پتاسـیم دانه را در ارقام حیدری و ژنوتیپ MS-89-13 به یک میزان افزایش داد. استفاده مناسب و اقتصادی از مواد مورد استفاده در محلول پاشی و مطالعه بیشتر در زمینـه رقم‌های بومی و معرفی شـده و ژنوتیپ‌های در دسـت مطالعه با توجه به عملکرد متفاوت ژنوتیپ‌ها در بحث عملکرد، کاملا ضروری به نظر می‌رسد.

سپاسگزاری

بدینوسیله مراتب قدردانی و سپاسگزاری خود را از اساتید ارجمند و فرهیخته‌ام اعلام واز ریاست محترم مرکز تحقیقات کشاورزی استان آذربایجان غربی و نیز مسئول محترم آزمایشگاه‌های مرکزی دانشگاه ارومیه به خاطر همکاری صمیمانه و راهنمایی دلسوزانه شان تشکر ویژه دارم.

منابع مورد استفاده

Abu Saied M, Momjurul Alam Mondal M, Shahidur Rahman Md and Abdul Malek Md. 2018. Foliar application of GABA improve growth and yield of mustard. MOJ Current Research & Reviews, 1(3): 119-122.

Aghai F, Seyyed Sharifi R and Narimani H. 2020. Evaluation of yield, chlorophyll content and wheat grain filling components under soil salinity, application of uniconazole and biofertilizers. Quarterly Journal of Crops Improvement, 22(2): 269-282. (In Persian).

Ahmadpour Sefidkoohi A, gadjar Sepanlo M and Bahmanyar MA. 2012. The effect of several consecutive applications of organic and chemical fertilizers on nitrogen, phosphorus and potassium uptake and some wheat growth characteristics. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 24(2): 72- 86. (In Persian).

Akbarpour AA, Dehgani H, Roosta MJ and Amini A. 2015. Evaluation of Characteristics of Several Iranian Bread Wheat Genotypes Using Limited Maximum Likelihood Method under Stress and Non-Salinity Stress Conditions. Iranian Crop Science, 46(1): 57- 69. (In Persian).

Amini A, Amirniya R and Gazvini HA. 2016. Evaluation of the relationship between grain yield and physiological traits related to salinity stress tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences, 17(4): 329- 348. (In Persian).

Amin AA, Rashad S, Fatma HM and Gharib AE. 2008. Changes in morphological, physiological and reproductive characters of wheat and photosynthesis. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 2(2): 252- 261.

Ashraf M and Foolad MR. 2007. Improving plant abiotic-stress resistance by exogenous application of osmoprotectants glycine betains and proline. Environmental and Experimental Botany, 59: 206- 216.

Ashraf M, Akram NA, Arteca RN and Foolad R. 2010. The physiological, biological and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant process and salt tolerance. Critical Reviews in Plant Science, 29: 162- 190.

Deewatthanawong R, Nock JF and Watkins CB. 2010. γ-Aminobutyric acid (GABA) accumulation in four strawberry cultivars in response to elevated CO_2 storage. Postharvest Biology and Technology, 57(2): 92-96.

Degl'Innocenti E, Hafsi C, Guidi L and Navari-Izzo F. 2009. The effect of salinity on photosynthetic activity in potassium-deficient barley species. Plant Physiology, 166: 1968- 1981.

De Lacerda CF, Cambraia J, Oliva MA, Ruiz HA and Prisco JT. 2003. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. Environmental and Experimental Botany, 49: 107- 120.

Dixit P N and Deli C. 2010. Impact of spatially variable soil salinity on crop physiological properties, soil water content and yield of wheat in a semi arid environment. Australian Journal of Agricultural Engineering. 1: 93- 100.

Francois LE, Grieve CM, Mass EV and Lesch SM. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Agronomy Journal, 86: 100- 107.

Gorbani A, Aminian R and Amini A. 2017. Tolerance to salinity stress of advanced wheat genotypes under hydroponic and field cultivation conditions. Seed and Plant Improvement Journal, 23-1(2): 215- 241. (In Persian).

Grattan SR and Grieve CM. 1992. Mineral nutrient acquisition and response by plants grown in Saline environments. In: Pessarakli, M. (Ed). Handbook of plant and cold stress. Pp: 203- 226.

Hajihashemi SH, Kiarostami KH, Saboora A and Enteshari SH. 2007. Exogenosely applied paclobutrazol modulates growth in salt-stressed wheat plants. Journal of Plant growth Regulation, 53: 117- 128.

Hamid H, Rehman K and Ashraf Y. 2010. Salicylic acid–induced growth and biochemical changes in salt-stressed wheat. Commun. Soil Science Plant Annual, 41: 373- 389.

Hasanuzzaman M, Nahar K and Fujita M. 2013. Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. In: Ahma, P.; Azooz, M. M.; Prasad, M. N. V. (Eds.), Ecophysiology and Responses of Plants Under Salt Stress. Springer. New York. 25- 87.

Hashemi SE, Emam Y and Pirasteh Anoosheh H. 2014. Effect of time and method of salicylic acid application on growth process, yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.) under salinity stress. Crop physiology Journal, 6 (24): 5- 18.

Hassine AB and Lutts S. 2010. Differential responses of saltbush (*Atriplex halimus* L.) exposed to salinity and water stress in relation to senescing hormones abscisic acid and ethylene. Journal of Plant Physiology, 167(17): 1448- 1456.

Hayat Q, Hayata S H, Irfan M and Ahmad A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment. A review. Environmental and Experimental Botany, 68: 14- 25.

Hoseyni SZ, Barzgar T, Nikbakht J and Gahramani Z. 2019. Yield components, quality of green bean pods and seeds under conditions of dehydration stress and foliar application of salicylic acid and megafol. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29(3): 95- 111. (In Persian).

Imas P and Magan A. 2000. Potash facts in brief. International potash Institue (IPI). Potash Research Institue of India. WWW. IPIPOTASH.ORG.

Jafariyan T and Zaree MJ. 2016. Pretreatment of hydrogen peroxide on some morpho-physiological and biochemical properties of wheat under salinity stress. Journal of Crop Ecophysiology, 10- 3(39): 717- 730. (In Persian).

James RA, Rivelli AR, Munns R and Caemmerer SV. 2002. Factors affecting CO2 assimilation, leaf injury and growth in salt-stressed durum wheat. Functional Plant Biology, 29: 1393- 1403.

James RA, Caemmerer SA, Condon AG, Zwaet AB and Munns R. 2008. Genetic variation in tolerance to the osmotic stress component of salinity stress in durum wheat. Functional Plant Biology, 35: 111- 123.

Jiang H, Du H, Bai Y, Hu Y, Rao Y, Chen CC and Cai Y. 2016. Effects of spatiotemporal variation of soil salinity on fine root distribution in different plant configuration modes in new reclamation coastal saline field. Environmental Science and Pollution Research, 23: 6639- 6650.

Kaydan D, Yagmur M and Okut N. 2007. Effects of salicylic acid on the growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). Tarim Bilimleri Dergisi, 13: 114- 119.

Khalilzadeh R, Seyyed Sharifi R and Jaliliyan J. 2017. Study of the interaction of Cycocel and biofertilizers on yield and some agrophysiological characteristics of wheat under soil salinity. Environmental stresses in agricultural sciences. 10(3): 425- 443. (In Persian).

Khan NA, Shabian S, Masood A, Nazar A and Iqbal N. 2010. Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mungbean and alleviates adverse effects of salinity stress. International Journal of Plant Biology, 1: 1- 8.

Lacerda CF, Ferreira JFS, Liu X and Suarez DL. 2016. Evapotranspiration as a criterion to estimate nitrogen requirement of Maize under salt stress. Agronomy and Crop Science, 202: 192- 202.

Mashi A, Galeshi S, Zeinali E and Noorinia A. 2008. Salinity effect on seed yield and yield components in four Hull-les barley. Journal of Agricultural Science and Technology, 14: 1- 10.

Munns R and Tester M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual Review of Plant Biology, 59: 651-681.

Narjesi V, Madjidi Hervan A, Zali AA, Mardi M and Nagavi MR. 2010. Effect of salinity stress on grain yield and plant traits of pure recombinant layers of bread wheat. Iranian Journal of Crop Sciences, 12(3): 291-304. (In Persian).

Norozi M and Gadjar Sepanlo. 2014. Effect of potassium on yield components of two barley cultivars under saline irrigation conditions. Journal of Water Research in Agriculture, 28(2): 295-306.

Pakar N, Pirasteh Anooshe H and Y Emam. 2014. Effect of different concentrations of salicylic acid on quantitative and qualitative properties of barley under salinity stress. Journal of Crop Production and Processing, 4(14): 191- 201. (In Persian).

Pathak H and Rao DLN. 1998. Carbon and Nitrogen mineralization from added organic matter in saline and alkaline soils. Soil Biology and Biochemistry, 30: 695- 702.

Rameeh V. 2012. Ions uptake, yield and yield attributes of rapeseed exposed to salinity stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12: 851- 861.

Ramos R, Martinez F and Knauf G. 2019. The effects of GABA in plants. Cogent Food & Agriculture. 5, 1.

Ranjbar GH, Pirasteh Anosheh H, Emam Y and Hoseynzadeh SH. 2013. The effect of salinity stress on different growth stages of wheat cultivar Roshan. Crop Production under Environmental Stresses, 5(1): 23-31. (In Persian).

Sadegipour A. 2017. The effect of methyl jasmonate on the activity of antioxidant enzymes and nutrient content of cowpea under salinity stress. Journal of Crop Improvement. 19(3): 653- 669. (In Persian).

Salehi M, kalate Arabi M and Mosavat SA. 2014. Evaluation of diversity of spring bread wheat genotypes in response to salinity stress in northern Golestan province. Seed and Plant Improvement Journal, 30- 1(2): 305-325. (In Persian).

Shahr ayini A, Shaabanpour M and Saadat S. 2011. Effect of salinity and soil density on the uptake of nitrogen, phosphorus and potassium by wheat. Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences), 25(4): 279- 284. (In Persian).

Sharma HS, Fleming C, Selby C, Rao JR and Martin T. 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. Journal of Applied Phycology, 26(1): 465- 490.

Shekoofa A and Emam Y. 2008. Effect of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRS) on yield of wheat (cv. Shiraz). Journal of Agriculture Science and Technology. 10(2): 101- 108.

Soltani Y, Saffari VR, Magsoodi Mod AA and Mehrbani M. 2011. Investigation of the effect of foliar application of salicylic acid, ascorbic acid and thiamine on stomatal characteristics and ion leakage in marigold. Proceedings of the 11th National Seminar on Irrigation and Evaporation Reduction. 9 pages. (In Persian).

Tartoura KAH, Youssef SA and Tartoura EAA. 2014. Compost alleviates the negative effects of salinity via up regulation of antioxidants in (*Solanum lycopersicum* L). plants. Journal of Plant Growth Regulation, 74: 299- 310.

Ullah Khan S, Bano A, Jalal Ud Di and Gurmani AR. 2012. Abscisic acid and salicylic acid seed treatment as potent inducer of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.) Pakistan Journal of Botany, 44: 43- 49.

Wang WB, Kim YH, Lee HS, Kim KY, Deng XP and Kwak SS. 2009. Analysis of antioxidant enzyme activity during germination of alfalfa under salt and drought stresses. Plant Physiology and Biochemistry,47: 570-577.

Wang Y, Luo Z, Huang X, Yang K, Gao SH and Du R. 2014. Effect of exogenous γ-aminobutyric acid (GABA) treatment on chilling injury and antioxidant capacity in banana peel. Scientia Horticultura, 168: 132- 137.

Woodrow P, Ciarmiello LF, Annunziata MG, Pacifico S, Iannuzzi F and Mirto A. 2017. Durum wheat seedling responses to simultaneous high light and salinity involve a fine reconfiguration of amino acids and carbohydrate metabolism. Physiologia Plantarum, 159: 290- 312. doi: 10.1111/ppl.12513

Xin H, Peiling Y, Shumei R, Yankai L, Guangyu J and Lianhao L. 2016. Quantitative response of oil sunflower yield to evapotranspiration and soil salinity with saline water irrigation. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, 9(2): 63- 73.