تأثیر محلول پاشی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم جو در شرایط دیم

نگار فرهادی[1*]، منوچهر سیاح فر[2]، قدرت اله شاکرمی[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم آباد

۲- مربی گروه زراعت، گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم آباد، ایران

۳- دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات،واحد تبریز،دانشگاه ازاد اسلامی،تبریز ، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثر رقم و محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد جو دیم، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی خرم آباد واقع در ۵ کیلومتری این شهرستان اجرا گردید. عامل‌های مورد آزمایش شامل عامل رقم (در دو سطح ایذه و ماهور) و عامل محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک (در شش سطح محلول‌پاشی با آب مقطر، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲ و ۲/۵ میلی‌مولار) بودند. نتایج نشان داد که بیشترین طول سنله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در رقم ایذه مشاهده گردید. بیشترین تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار مشاهده شد. در کل نتایج آزمایش نشان داد رقم ایذه عملکرد دانه بالاتری تولید کرد و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش کم‌آبی موجب افزایش عملکرد دانه جو شد.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، جو، سالیسیلیک اسید، عملکرد

مقدمه

جو گیاهی از تیره گندمیان (*Gramineae*) و جنس *Hordeum* است. ساقه این گیاه توخالی، ماشوره ای، بندبند و گره‌ها توپر شده، برگ‌ها باریک دارای انتهای گرد و در محل برخورد ساقه زوائدی بنام گوشوارک و یک زائده بنام زبانک داشته و در جو این زوائد بلندتر از گندم می‌باشد.(خواجه پور، ۱۳۹۰). جو *Hordeum vulgare* L. یکی از مهم‌ترین غلات است که مصرف دومنظوره دارد. کشت جو باسابقه دیرینه هزاران ساله و انتخاب ژنوتیپ‌های سازگار به شرایط محیطی خاص طی ادوار گذشته از یک‌سو و جنبه‌های مختلف تغذیه آن از سوی دیگر باعث شده است که زراعت این گیاه به‌عنوان محور اصلی سیستم‌های زراعی در دنیا ارزیابی گردد. در حال حاضر اهمیت جو در دنیا تقریباً برابر گندم بوده، لیکن تولید آن حدود نصف میزان تولید گندم است. (رستگار، ۱۳۸۴).

کشت در شرایط دیم و تنش خشکی موجب القاء تنش اکسیداتیو در گیاهان شده که نتیجه آن افزایش ترکیبات ROS می‌باشد در این شرایط فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان مانند SOD، پراکسیداز و کاتالاز افزایش می‌یابد (حیات و احمد، ۲۰۰۷). سالیسیلیک اسید یا اورتوهیدروکسی بنزوئیک اسید، یک تنظیم کننده‌ی رشد درونی از گروه ترکیبات فنلی طبیعی می‌باشد که در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نقش دارد (راسکین، ۱۹۹۲). سالیسیلیک اسید به‌وسیله سلول‌های ریشه تولید می‌شود و نقش محوری درتنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف مثل رشد، نمو گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی ایفا می‌کند یکی از مشتقات سالیسیلیک اسید، استیل سالیسیلیک اسید می‌باشد که پس از جذب سریعاً به سالیسیلیک اسید تبدیل می‌شود (الطیب، ۲۰۰۵). اسید سالیسیلیک نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف در خلال رشد و نمو گیاه مثل جذب یون، فتوسنتز و جوانه‌زنی بسته به غلظت بکار رفته،گونه‌ی گیاهی، دوره‌ی رشدی و شرایط محیطی، ایفاء می کند این ماده همچنین به عنوان یک سیگنال مولکولی مهم در نوسانات گیاهی در پاسخ به تنش های محیطی شناخته شده است (سناراتا و همکاران، ۲۰۰۰).

استفاده از اسید سالیسیلیک همراه با تنش خشکی باعث افزایش بعضی از فرآیندهای فیزیولوژیکی می‌گردد که می‌تواند بر افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش خشکی بی‌افزاید افزودن اسید سالیسیلیک در غلظت‌های مختلف می‌تواند با افزایش مقدار پرولین سبب بهبود مقاومت گیاه در شرایط تنش خشکی شود (یزدان‌پناه و همکاران، ۲۰۱۰). امین و همکاران (۲۰۰۸) در گندم و شکاری و همکاران (۲۰۱۰) در لوبیا چشم بلبلی افزایش ارتفاع بوته و تعداد سنبله در بوته را در اثر کاربرد اسید سالیسیلیک گزارش دادند و اظهار کردند

ارتفاع بوته از عوامل تاثیرگذار بر روی عملکرد دانه است زیرا ساقه اصلی طی رشد بلافاصله بعد از طویل شدن، قسمت زیادی از مواد فتوسنتزی برگ‌ها را که ممکن است از راه‌های مختلف برای رشد پنجه‌ها یا سنبله به مصرف برسد، در خود ذخیره می‌کند به عبارتی ساقه به عنوان منبعی از کربوهیدرات‌ها و مواد نیتروژن‌دار که در طی مرحله پر شدن دانه متحرک شده و به دانه حمل می‌شوند، عمل می نماید. پاکار و همکاران (۱۳۹۳) گزارش دادند کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد جو شد. با توجه به اهمیت گیاه جو به عنوان محصولی استراتژیک، تحقیق حاضر به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم مختلف جو در شرایط دیم به انجام رسید.

مواد و روش ها

تحقیق حاضر در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ در شرایط اقلیمی شهرستان خرم آباد و در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی خرم آباد واقع در ۵ کیلومتری این شهرستان با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۱۲۵ متر از سطح دریا اجرا شد. میانگین بارندگی سالیانه این منطقه بر اساس آمار ۳۵ ساله ۵۲۰ میلی‌متر می‌باشد و میانگین درجه حرارت سالیانه ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد است. قبل از انجام آزمایش از عمق۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک از چندین نقطه زمین نمونه‌هایی تهیه و پس از مخلوط کردن، یک نمونه یک کیلویی تهیه و جهت آزمون خاک به آزمایشگاه انتقال داده شد و تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد (جدول ۱).

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه (در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر خاک)

آهن	روی	پتاس	فسفر	ازت کل	کربن آلی	رطوبت اشباع	EC	pH	بافت خاک
میلی‌گرم در کیلوگرم خاک					(درصد)		dS/m		
۲۰	۰/۳۴	۳۲۰	۱۲/۷	۰/۰۹۸	۰/۹۸	۰/۴۷	۰/۷۷	۸	سیلتی کلی لوم

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد مطالعه شامل فاکتور اول رقم در دو سطح (V1: ایذه، V2: ماهور) و فاکتور دوم محلول پاشی با اسید سولفوریک در شش سطح (S1: محلول‌پاشی با آب مقطر (شاهد)، S2: محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با

غلظت ۰/۵ میلی‌مولار، S3: محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱ میلی‌مولار، S4: محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار، S5: محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲ میلی‌مولار، S6: محلول-پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار) بودند. پس از اولین بارندگی پاییزه و پس از گاورو شدن خاک، زمین مورد نظر به وسیله گاو آهن بر گردان‌دار شخم زده شد. سپس جهت خرد شدن کلوخ‌ها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین مذکور دیسک و ماله زده شد. بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، اقدام به کودپاشی (کودهای ازته و پتاسه و فسفره) به طور یکنواخت در سطح مزرعه شد و به وسیله دیسک سبک، کود با خاک مخلوط گردید هر پلات آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به‌طول ۶متر با فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۰ سانتی‌متر بود و میزان بذر و تراکم کاشت بر اساس ۴۰۰ بوته در مترمربع تنظیم شد. محلول پاشی اسیدسالیسیلیک از زمان سنبله رفتن جو تا زمان رسیدگی فیزیولوژیک به فاصله هر ۱۰ روز و جمعا ۳ بار درتیمارهای مختلف مربوطه انجام شد. تاریخ کاشت مطابق با تاریخ کاشت توصیه شده منطقه ۲۵ آبان‌ماه ۱۳۹۴ و تاریخ برداشت ۳۰ خردادماه ۱۳۹۵ بود. در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی جهت تعیین طول پدانکل تعداد ده بوته در هر کرت به صورت تصادفی انتخاب شده و حد فاصل بین بالاترین میان‌گره تا اولین بند سنبله اندازه‌گیری و سپس میانگین طول پدانکل بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شده و میانگین آن‌ها به عنوان طول پدانکل در هر کرت به طور جداگانه منظور گردید. در کلیه پلات ها نیز صفات طول سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

طول سنبله، طول پدانکل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم در سطح آماری ۱٪ تاثیر معنی‌داری بر طول سنبله جو داشت ولی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و همچنین اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر طول سنبله جو نداشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین طول سنبله در رقم ایذه با میانگین ۹/۱ سانتی‌متر و کمترین طول سنبله در ساقه در رقم ماهور با میانگین

۸/۴ سانتی‌متر بود (جدول ۳). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و همچنین اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر طول پدانکل جو نداشتند (جدول ۲). احمدی و حسین‌پور (۱۳۹۲) در بررسی سه رقم جو دیم (دوپر محلی، ایذه و ماهور) گزارش دادند طول سنبله ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری را نشان داد و بیشترین طول سنبله در رقم دوپر محلی مشاهده شد. طباطبایی و همکاران (۱۳۹۲) در بررسی شش ژنوتیپ جو (یوسف، نصرت،ED14،ED3، ED8، ED6) گزارش دادند بیشترین طول سنبله در ژنوتیپ ED14 بود. کامران‌قوجه‌بگلو (۱۳۹۱)در بررسی چهار رقم جو به نام‌های لیسیوی، سهند، بهمن و ماکویی گزارش دادند بیشترین طول سنبله در رقم ماکویی دیده شد. این نتایج با نتایج شهبازپناهی و همکاران (۱۳۹۱) روی گندم همخوانی داشت.

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس صفات طول ریشک، طول سنبله و طول پدانکل جو تحت تاثیر رقم و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		طول سنبله	طول پدانکل	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک
بلوک	۲	۰/۳^{ns}	۲/۲۵^{ns}	۴/۲۷^{ns}	۱۷۸۴/۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۳/۴۲^{ns}	۲۹۸۶۸۶/۱^{ns}	۴۴۰۲۳۰۰/۰^{ns}
رقم (V)	۱	۵/۱**	۰/۰۴^{ns}	۱۰/۷**	۶۸۸۹/۰*	۱۹/۰۶^{ns}	۲۱/۷*	۱۱۸۰۸۴۴/۴**	۹۲۷۲۰۲۵/۰*
اسیدسالیسیلیک (SA)	۵	۰/۳^{ns}	۱/۰۱^{ns}	۰/۷۱^{ns}	۵۸۲/۵^{ns}	۳۳/۷**	۵/۲۴^{ns}	۲۱۳۳۸۰۴/۴**	۸۲۶۶۰۶۵/۰**
SA × V	۵	۰/۲۲^{ns}	۱/۷۴^{ns}	۲/۰۸^{ns}	۲۰۲/۵^{ns}	۶/۳۷^{ns}	۵/۲۶^{ns}	۳۳۴۲۴/۴^{ns}	۹۰۸۸۵۱/۶^{ns}
خطا	۲۲	۰/۵۲	۱/۷۵	۰/۸۸	۹۷۶/۸	۴/۴۹	۴/۹۳	۷۳۱۲۸/۵	۱۲۰۱۵۳۹/۳
C.V.	-	۸/۲۴	۵/۵۲	۴/۴۷	۶/۴۲	۷/۳۳	۵/۲۶	۱۲/۱۸	۱۳/۳۸

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین تاثیر رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد جو در شرایط دیم

رقم جو	صفات عملکردی					
	طول سنبله (cm)	تعداد سنبلچه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	وزن هزار دانه (gr)	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)
ایذه	۹/۱a	۲۱/۵a	۵۰۰/۳a	۴۲/۹a	۲۴۰۰/۵a	۸۶۹۵a
ماهور	۸/۴b	۲۰/۴b	۴۷۲/۶b	۴۱/۴b	۲۰۳۸/۳b	۷۶۸۰b

میانگین های دارای حروف متفاوت اختلاف معنی داری با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد دارند.

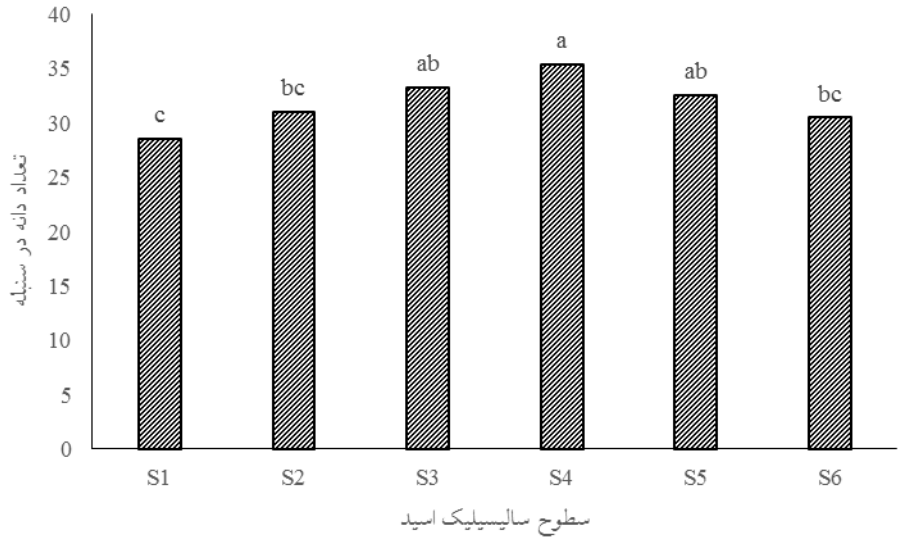
تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم در سطح آماری ۱٪ تاثیر معنی‌داری بر تعداد سنبلچه در سنبله جو داشتند ولی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اثر متقابل رقم در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر تعداد سنبلچه در سنبله جو نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله در رقم ایذه با میانگین ۲۱/۵ و کمترین تعداد سنبلچه در سنبله در رقم ماهور با میانگین ۲۰/۴ بود (جدول ۳). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم در سطح آماری ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر تعداد سنبله در مترمربع داشت ولی اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک و اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ اثر معنی‌داری بر تعداد سنبله در مترمربع نداشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در رقم ایذه با میانگین ۵۰۰/۳ و کمترین تعداد سنبله در مترمربع در رقم ماهور با میانگین ۴۷۲/۶ بود (جدول ۳). بخشنده و پاکیزه (۱۳۸۲) نیز با انجام آزمایشی روی سه رقم جو دریافتند که بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله در رقم جنوب دیده شد. این نتیجه با نتایج علی‌محمدی و همکاران (۱۳۸۸) روی گندم همخوانی داشت. این اختلاف مربوط به پتانسیل ژنتیکی ارقام و سازگاری آن‌ها با محیط مرتبط است رقم ایذه با فتوسنتز بیشتر مواد آسیمیلات بیشتری تولید کرده که در نهایت این امر موجب ایجاد تولید مخازن بیشتر در گیاه و افزایش تعداد سنبلچه در سنبله شده است. فتحی و عنایت‌قلی‌زاده (۱۳۸۸) در بررسی چها رقم جو (کارون، جنوب، ۱۳سراسری و ایذه) گزارش دادند بیشترین تعداد سنبله در مترمربع در رقم جنوب بود و دلیل آن را اختلاف

در پتانسیل ژنتیکی ارقام گزارش کردند. ظرفیت فتوسنتزی بالای ارقام، انتقال مواد غذایی به طرف دانه و همچنین عرضه میزان ماده خشک از عواملی هستند که روی تعداد سنبله تأثیر می‌گذارند (باجی و همکاران، ۲۰۰۱).

تعداد دانه در سنبله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطح آماری ۱٪ اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله جو داشت ولی اثر رقم و همچنین اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در سنبله جو نداشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین محلول‌پاشی مقادیر مختلف اسید سالیسیلیک (S) بر تعداد دانه در سنبله نشان داد که محلول‌پاشی غلظت‌های ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نسبت به محلول‌پاشی آب مقطر (شاهد) موجب افزایش تعداد دانه در سنبله جو شدند بیشترین تعداد دانه در سنبله در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار (S_4) با میانگین ۳۵/۴ بود که اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه در سنبله با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱ میلی‌مولار (S_3) با میانگین ۳۳/۳ و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲ میلی‌مولار (S_5) با میانگین ۳۲/۶ نداشت کمترین تعداد دانه در سنبله در محلول‌پاشی آب مقطر با میانگین ۲۸/۶ بود که اختلاف معنی-داری در تعداد دانه در سنبله با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲/۵ میلی‌مولار (S_6) با میانگین ۳۰/۵ و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار (S_2) با میانگین ۳۱ نداشت (شکل ۱). پیرسته‌انوشه و امام (۱۳۹۱) نیز نشان دادند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک موجب افزایش تعداد دانه در سنبله گندم شد. هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد جو گزارش داد که تعداد دانه در سنبله جو تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک افزایش یافت. عبداللهی و شکاری (۱۳۹۲) در بررسی محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک (شاهد، ۴۰۰، ۸۰۰، ۱۲۰۰، ۱۶۰۰، ۲۰۰۰ و ۲۴۰۰ میکرومولار) در گندم گزارش دادند بیشترین تعداد دانه در سنبله در محلول‌پاشی با غلظت ۲۰۰۰ میکرومولار دیده شد. مصرف اسید سالیسیلیک باعث افزایش طول دوره پر شدن دانه‌ها شده و در اثر شرایط مناسب هنگام تلقیح، تعداد دانه در سنبله افزایش یافته است در حالی که در تیمار شاهد محدودیت مواد فتوسنتزی وجود داشته که در بدو تشکیل دانه‌ها سقط شدند در نتیجه تعداد دانه در سنبله کاهش یافته است و در واقع محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک به خاطر ایجاد شرایط مناسب باعث گردیده تعداد گل بیشتری تلقیح شود.



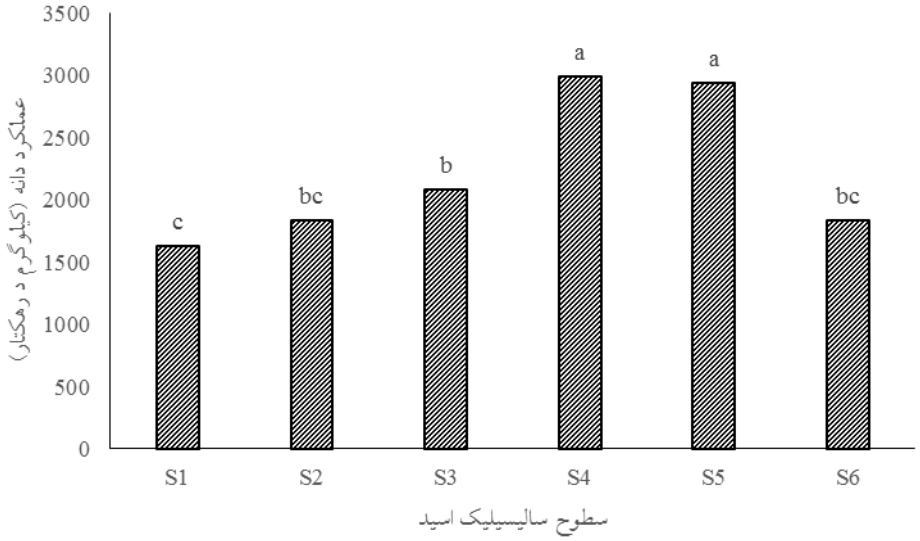
شکل ۱- مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر روی تعداد دانه در سنبله جو در شرایط دیم.(S_1: آب مقطر، S_2: SA ۰/۵ میلی‌مولار، S_3: SA ۱ میلی‌مولار، S_4: SA ۱/۵ میلی‌مولار، S_5: SA ۲ میلی‌مولار و S_6: SA ۲/۵ میلی‌مولار)

میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

وزن هزار دانه و عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم در سطح آماری ۵٪ بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد ولی اثر محلول-پاشی اسید سالیسیلیک و همچنین اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه جو نداشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین وزن هزار دانه در رقم ایذه با میانگین ۴۲/۹ گرم و کمترین وزن هزار دانه در رقم ماهور با میانگین ۴۱/۴ گرم بود (شکل ۴-۱۰). نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم و اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطح آماری ۱٪تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه جو داشتند ولی اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه جو نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین عملکرد دانه در رقم ایذه با میانگین ۲۴۰۰/۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در رقم ماهور با میانگین ۲۰۳۸/۳ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۳). مقایسه میانگین محلول‌پاشی مقادیر مختلف اسید سالیسیلیک (S) بر عملکرد دانه جو نشان داد که محلول‌پاشی غلظت‌های ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌مولار اسید

سالیسیلیک نسبت به محلول‌پاشی آب مقطر (شاهد) موجب افزایش عملکرد دانه جو شدند بیشترین عملکرد دانه در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار (S_4) با میانگین ۲۹۹۱/۷ کیلوگرم در هکتار بود که اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲ میلی‌مولار (S_5) با میانگین ۲۹۴۰ کیلوگرم در هکتار نداشت کمترین عملکرد دانه در محلول‌پاشی آب مقطر (S_1) با میانگین ۱۶۲۸/۳ کیلوگرم در هکتار بود که اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار (S_2) با میانگین ۱۸۳۳/۳ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲/۵ میلی‌مولار (S_6) با میانگین ۱۸۳۶/۷ کیلوگرم در هکتار نداشت همچنین عملکرد دانه در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱ میلی‌مولار (S_3) با میانگین ۲۰۸۶/۷ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری با عملکرد دانه در غلظت‌های ۰/۵ و ۲/۵ میلی‌مولار نداشت (شکل ۲). پورابتهاج و همکاران (۱۳۹۱) گزارش دادند عملکرد دانه جو تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک افزایش یافت و دلیل آن را اثرات مثبت اسید سالیسیلیک بر رشد و نمو بهتر گیاه دانست. اسید سالیسیلیک در دوره تنش کمبود آب از طریق تاثیر بر سیستم آنتی اکسیدان باعث تاخیر در لوله شدن برگ گیاهان می‌شود (کادی‌اقلو و همکاران، ۲۰۱۱). اسید سالیسیلیک باعث محافظت رنگدانه‌های گیاهی، آنتی اکسیدان‌ها و آنزیم‌ها می‌شود. به نظر می‌رسد در شرایط تنش، اسید سالیسیلیک از طریق تاثیر بر بیوسنتز اتیلن پیری برگ‌ها را به تاخیر انداخته و از این طریق مدت زمان حفظ سطح برگ افزایش و به دنبال آن فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به مخازن افزایش یافته است. ساجدی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تاثیر اسید سالیسیلیک بر انتقال مجدد، فتوسنتز جاری و عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط دیم اظهار کردند عملکرد دانه گندم تحت تاثیر محلول-پاشی اسید سالیسیلیک افزایش یافت.



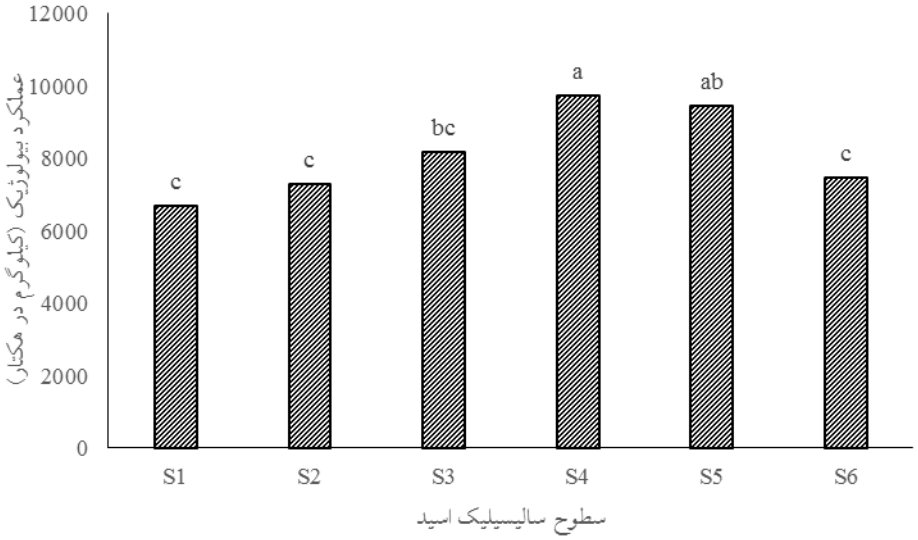
شکل ۲- مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر روی عملکرد دانه جو در شرایط دیم.(S_1: آب مقطر، S_2: SA ۰/۵ میلی‌مولار، S_3: SA ۱ میلی‌مولار، S_4: SA ۱/۵ میلی‌مولار، S_5: SA ۲ میلی‌مولار و S_6: SA ۲/۵ میلی‌مولار)

میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر رقم در سطح آماری ۵٪ و اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطح آماری ۱٪تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک جو داشتند ولی اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطوح آماری ۱٪ و ۵٪ تاثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک جو نداشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک در رقم ایذه با میانگین ۸۶۹۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد بیولوژیک در رقم ماهور با میانگین ۷۶۸۰ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۴-۱۱). مقایسه میانگین محلول‌پاشی مقادیر مختلف اسید سالیسیلیک (S) بر عملکرد بیولوژیک جو نشان داد که محلول-پاشی غلظت‌های ۱/۵ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک نسبت به محلول‌پاشی آب مقطر (شاهد) موجب افزایش عملکرد بیولوژیک جو شدند بیشترین عملکرد بیولوژیک در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار (S_4) با میانگین ۹۷۴۸/۳ کیلوگرم در هکتار بود که اختلاف معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲ میلی‌مولار (S_5) با میانگین ۹۴۶۶/۷ کیلوگرم در هکتار نداشت کمترین عملکرد بیولوژیک در محلول‌پاشی آب مقطر (S_1) با میانگین ۶۹۶۶/۷ کیلوگرم در هکتار بود که

اختلاف معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار (S_2) با میانگین ۷۲۷۶/۷ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲/۵ میلی‌مولار (S_6) با میانگین ۷۴۸۳ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱ میلی‌مولار (S_3) با میانگین ۸۱۸۳/۳ کیلوگرم در هکتار نداشت. فروک و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گندم شد. پیرسته‌انوشه و امام (۱۳۹۱) نیز نشان دادند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گندم شد. هاشمی و همکاران (۱۳۹۳) در بررسی محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد جو گزارش داد که عملکرد بیولوژیک جو تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک افزایش یافت. مردانی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک (صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ میلی مولار) در خیار گزارش دادند بیشترین عملکرد بیوماس در محلول‌پاشی با غلظت ۱ میلی‌مولار مشاهده شد. افزایش وزن خشک در اثر محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط تنش احتمالا با ایجاد پاسخ‌های ضد اکسیدانی که گیاه را از آسیب محافظت می‌کند ارتباط دارد که در نهایت افزایش وزن خشک موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گردیده است (سینگ و یوشا، ۲۰۰۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین تاثیر سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر روی عملکرد بیولوژیک جو در شرایط دیم.(S_1: آب مقطر، S_2: م SA ۰/۵ میلی‌مولار، S_3: SA ۱ میلی‌مولار، S_4: SA ۱/۵ میلی‌مولار، S_5: SA ۲ میلی‌مولار و S_6: SA ۲/۵ میلی‌مولار)

میانگین های دارای حروف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

نتیجه گیری

نتایج آمایش نشان داد اثر رقم و محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزای عملکرد جو دیم معنی‌دار بود. بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه در رقم ایذه مشاهده گردید. بیشترین تعداد دانه در سنبله، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار به دست آمد. در کل نتایج نشان داد در بین ارقام رقم ایذه و در بین غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی غلظت ۱/۵ میلی‌مولار بیشترین عملکرد را تولید کردند. رقم ایذه عملکرد دانه بالاتری تولید کرد و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش کم‌آبی موجب افزایش عملکرد دانه جو شد.

منابع

احمدی، ع. ط. حسین‌پور. ۱۳۹۲. بررسی اثر تراکم بوته بر روند رشد دانه ژنوتیپ‌های جو در شرایط دیم. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال پنجم، شماره هفدهم: ۱۰۲-۸۹.

بخشنده، ع. ع. پاکیزه. ۱۳۸۲. بررسی اثرات شوری بر مراحل نموی و عملکرد سه رقم جو تیپ بهاره. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی، ص ۱۷۱-۱۶۱.

پاکار، ن. ه. پیرسته‌انوشه، ی. امام. ۱۳۹۳. افزایش تحمل به تنش شوری در جو با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری. مجله تولید و فرآوری گیاهان زراعی و باغی. جلد ۱۴: ۲۰۱-۱۹۱.

پورابتهاج، م. د. ف. حبیبی، پاک‌نژاد، ف، فاضلی، م. داوودی‌فرد. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر باکتری‌های محرک رشد و محلول پاشی سیلیسیک اسید و اسیدهای آمینه بر فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در شرایط تنش خشکی در گیاه جو. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۸، شماره ۲: ۱۶۰-۱۴۷.

پیرسته‌انوشه، ه. ی. امام. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گندم نان و ماکارونی به تنظیم‌کننده-های رشد در شرایط تنش خشکی. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، جلد ۵: ۱۷-۱.

خواجه پور، م. ۱۳۹۰. اصول و مبانی زراعت، انتشارات جهاد دانشگاهی صنعتی اصفهان، چاپ اول، جلد اول.

رستگار، م. ع. (۱۳۸۴) زراعت عمومی ، انتشارات برهمند،

ساجدی، ن.ع. ح. مدنی، د. حبیبی، ع.ر. پازکی. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر سلنیوم و اسید سالیسیلیک بر انتقال مجدد، فتوسنتز جاری و عملکرد دانه ارقام گندم در شرایط دیم. تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی، سال چهارم، شماره اول: ۱۴-۱.

شهباز پناهی، ب. ف. پاک‌نژاد، د. حبیبی، م. صادقی‌شعاع، م. نصری و ع.ر. پازکی. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر رژیم های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام مختلف گندم. مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۸، شماره ۲: ۱۹۷- ۱۸۵.

طباطبایی، س.ع. ا. شاکری، م. شاهدی. ۱۳۹۲. بررسی تغییرات عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی-های فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های جو در شرایط تنش آبیاری. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز،، سال ۵، شماره ۱۸: ۱۱۴-۱۰۱.

عبداللهی، م. ف. شکاری. ۱۳۹۲. اثر پرایمینگ با اسید سالیسیلیک بر عملکرد گندم در تاریخ‌های کاشت متفاوت. مجله علوم و تکنولوژی بذر، سال سوم، شماره ۱: ۳۶-۲۳.

علی‌محمدی، م. ع.م. رضایی، س.ع.م. میرمحمدی‌میبدی. ۱۳۸۸. بررسی برخی صفات فیزیولوژیک و عملکرد ده رقم گندم نان در دو رژیم آبیاری. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۱۳، شماره ۴۸: ۱۲۰-۱۰۷.

فتحی، ق.ا. م.ر. عنایت قلی‌زاده. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای کم مصرف آهن، روی و مس بر رشد و عملکرد ارقام جو در شرایط آب و هوایی خوزستان. فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال اول، شماره اول: ۱۴-۱.

کامران‌قوجه‌بگلو، ف. ع. جوانشیر، ر. سیدشریفی، ف. فرح‌وش. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد، سرعت و دوره مؤثر پر شدن دانه چهار رقم جو در تاریخ‌های مختلف کاشت. مجله علمی‌ترویجی یافته های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، جلد ۱، شماره ۲: ۱۶۳-۱۴۹.

مردانی، ح. ح. بیات، م. عزیزی. ۱۳۹۰. تاثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دانهال‌های خیار تحت شرایط تنش خشکی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۳: ۳۲۶-۳۲۰.

هاشمی، س.ا. ی. امام، ه. پیرسته انوشه. ۱۳۹۳. اثر زمان و نحوه کاربرد اسید سالیسیلیک بر روند رشد، عملکرد و اجزای عملکرد جو در شرایط تنش شوری. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال ششم، شماره ۲۴: ۱۸-۵.

Amin, A. A. El-Sh.M. F. Rashed, and A.E. Gharib. 2008. Changes in morphological, physiological and reproductive characters of wheat plants as affected by foliar application with salicylic acid and ascorbic acid. Aust. J. Basic & Appl. Sci. 2(2): 252-261.

Bajji, M., S. Lutts, and J. M. Kient. 2001. Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum* Defs.) cultivars performing differently in arid conditions. Plant Sci. 160:669-681.

El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley Gains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regul. 45: 215-225.

Hayat, S., A. Ahmad. 2007. Salicylic Acid: A Plant Hormone. Springer. 97-99. Hoyle, M.C. 1972. Indole acetic acid oxidase: a dual catalytic enzyme. Plant Physiol. 50, 15-18.

Kadioglu, A. N. Saruhan, A. Saglam, R. Terzi, and T.E. Acet. 2011. Exogenous salicylic acid alleviates effects of long term drought stress and delays leaf rolling by inducing antioxidant system. Plant Growth Regul .64: 27-37.

Raskin K. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review Plant Physio. Plant Molecular Biolog. 43: 439-463.

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

Shekari, F, A. Pakmehr, M. Rastgoo, M. Vazayefi and M.J. Goreishi Nasab,. 2010. Salicylic acid priming effects on some physiological traits of cowpea cultivar (*Vigna unguiculata* L.) under water deficit at podding stage. Journal of Agr. Sci. 4(13): 13-29.

Singh B and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regul. 39: 137-141.

Yazdanpanah S., Abasi F., A Baghzadeh. 2010. Effect of salicylic acid and ascorbic acid on proline, sugar and protein content in Satureja hortensis L. under aridity stress. Proceeding of the First National Conference of Environmental Stress in Agricultural Science 28-29 Juan 2010. The University of Birjand. (In Persian).

Effect of Foliar Applications of Various Levels of Salicylic Acid on Yield and Yield Components of Two Barley Cultivars under Dry Land Farming Conditions

Negar Farhadi[1*], Manouchehr Sayyahfar[2], Ghodratollah Shakarami[3]

1- MSc student, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Islamic Azad University, Khorram Abad Branch, Iran.

2- Scientific member of department of agronomy and plant breeding, college of agriculture, Islamic Azad University, Khorram Abad Branch, Khorram Abad, Iran

3- PhD student, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran.

Abstract

In order to study the effect of barley variety and various amounts of salicylic acid concentrations on yield and yield components of barley under dry land farming conditions, an experiment was conducted as factorial based on completely randomized block design with three replication during 2014-2015 cropping year in research field of agricultural investigation center of Khorram Abad located in 5 Km away from the city. Studied factors include variety (Izeh and Mahur) and foliar application of salicylic acid (t six levels including 0, 0.5, 1, 1/5, 2 and 2.5 mM salicylic acid). Results showed that highest spike length, spikelet's number per spike, spikes number per meter square, 1000-grain weight, biological yield and grain yield observed in Izeh cultivar. Also, highest grain number per spike, biological yield and grain yield obtained in 1.5 mM salicylic acid foliar application. Totally, results showed that Izeh cultivar by more rapid germination and more photosynthesis produced more grain yield and foliar application of SA increased plant resistance to water deficit conditions and increased grain yield of barley.

Keywords: drought stress, Barley, salicylic acid, yield