

بررسی اثر اسید سالیسیلیک و گلیسین تحت شرایط کم آبیاری بر تولید بذر یونجه

Effect of salicylic acid and glycine under low irrigation conditions on alfalfa seed production

پیمان وادی زاده^۱، منصور سراجوقی^{۲*}، سید مهدی میر طاهری^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۱۰

چکیده

یونجه یکی از مهم ترین گیاهان علوفه ای جهت تغذیه حیوانات می باشد. خشکی مهم ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در جهان و شایع ترین تنش محیطی می باشد. به منظور بررسی کاربرد اسید سالیسیلیک و گلیسین بر تولید بذر یونجه تحت شرایط تنش کم آبی، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ اجرا شد. در این آزمایش عامل اول کم آبیاری در سه سطح، شامل آبیاری کامل، قطع آبیاری از شروع گل دهی تا پایان فصل و قطع آبیاری از ۵۰ درصد گل دهی تا پایان فصل و عامل دوم محلول پاشی مواد تخفیف دهنده تنش در پنج سطح، شامل بدون محلول پاشی، ۰/۵ و ۱ میلی مولار اسید سالیسیلیک و ۱۰ و ۵۰ میلی مولار گلیسین در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که تیمار آبیاری کامل بیشترین عملکرد بذر (با غلاف و بدون غلاف) و تعداد دانه در غلاف (به ترتیب ۱۴۱۸/۲، ۹۳۶/۵۱ کیلوگرم در هکتار و ۹/۰۱ عدد) و تیمار قطع آبیاری از شروع گل دهی کمترین عملکرد بذر (با غلاف و بدون غلاف) و تعداد دانه در غلاف (به ترتیب ۹۷۷/۴، ۸۰۷/۷۶ کیلوگرم در هکتار و ۶/۳۶ عدد) را داشتند. همچنین محلول پاشی با ۵۰ میلی مولار گلیسین با بیشترین عملکرد بذر (با غلاف و بدون غلاف) و تعداد دانه در غلاف (به ترتیب ۱۴۴۰/۴ و ۹۴۵/۹۳ کیلوگرم در هکتار و ۱۰/۰۹ عدد) در گروه برتر آماری و تیمار عدم محلول پاشی با کمترین عملکرد بذر (با غلاف و بدون غلاف) و تعداد دانه در غلاف (به ترتیب ۹۳۲/۲ و ۵۹۱/۷۳ کیلوگرم در هکتار و ۶/۳۴ عدد) در ضعیف ترین گروه آماری قرار گرفتند. در صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین عملکرد از برهم کنش آبیاری کامل و استفاده از محلول پاشی با گلیسین حاصل گردید که البته در این صفت ترکیب های مختلف این ماده (۵۰ و ۱۰ میلی مولار) تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند.

کلمات کلیدی: یونجه، اسید سالیسیلیک، گلیسین، کم آبیاری.

^۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران

^۲ - عضو هیئت علمی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران

^۳ - مدرس گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، البرز، ایران

* - مکاتبه کننده E-mail: msarajuoghi@gmail.com

مقدمه

ظاهراً ارزش یافتن گیاهان علوفه‌ای هم‌زمان با اهلی کردن حیوانات وحشی بوده است. هرچه بشر پیش‌تر به فرآورده‌های دامی احتیاج پیدا می‌کرد اهمیت اقتصادی نباتات علوفه‌ای با ارزش‌تر می‌شد. یونجه از تیره لگومینوز بوده و به علت غنی بودن از پروتئین، کلسیم، ویتامین و خوش خوراک بودن و درصد کم سلولز در ردیف بهترین گیاهان علوفه‌ای قرار می‌گیرد و به آن طلای سبز می‌گویند. یونجه اولین گیاه زراعی است که به‌عنوان علوفه کشت شده است (کریمی، ۱۳۶۹). اگرچه یونجه به‌دلیل استفاده گسترده از آن در نواحی معتدل مورد توجه قرار گرفته است، اما در حقیقت هم نقاط معتدل و هم در نقاط نیمه گرمسیری کشت می‌شود. در مقیاس جهانی یونجه نه تنها رایج‌ترین علوفه مورد استفاده است، بلکه قدیمی‌ترین علوفه نیز به‌شمار می‌رود (جاویدی، ۱۳۷۹). تحقیقات مربوط به تولید بذر یونجه برای اولین بار در سال ۱۹۳۵ انجام شد (Janson, 1974). از آن به بعد نیز تحقیقات زیادی در ابعاد مختلف روی آن به‌عمل آمده است. با این حال، هنوز هم در این خصوص، نیاز شدیدی به پژوهش می‌باشد. تولید بذر یونجه همیشه نسبتاً کم بوده و بنابراین، به تولید آن علاقه زیادی نشان داده نشده است (Kowithayakorn and Hill, 1982). در ایران معمولاً بذرگیری از یونجه هدف اصلی نیست بلکه هدف اصلی برداشت علوفه می‌باشد. با این وجود، نیاز به بذر و تولید آن برای زراعت این گیاه، اجتناب‌ناپذیر و از اهمیت به‌خصوصی برخوردار است. تنش معمولاً به‌عنوان یک عامل خارجی که اثرات نامناسبی بر گیاه به‌جا می‌گذارد، تعریف می‌شود. بهترین تعریف مفید برای یک تنش نیروی مخالفی است که عملکرد طبیعی را ممانعت می‌کند (Mahjan and Tuteja, 2005). تنش‌های به دو گروه تنش‌های زیستی و غیر زیستی تقسیم می‌شوند. تخمین زده شده است که کم‌تر از ۱۰ درصد زمین‌های قابل کشت جهان ممکن است عاری از تنش‌های محیطی اصلی باشند که در این میان تنش‌های شوری و خشکی رایج‌ترین آن‌ها هستند (Ashraf and Foolad, 2007).

2007). از روش‌های فیزیولوژیک که در سال‌های اخیر برای تخفیف تنش‌های محیطی روی گیاهان مختلف استفاده شده است، کاربرد خارجی مواد تخفیف‌دهنده تنش است. از جمله این مواد می‌توان به اسید سالیسیلیک و گلاسیسین اشاره کرد که یکی از مولکول‌های پیام‌رسان مهم بوده و باعث عکس‌العمل گیاه در برابر تنش‌های محیطی می‌شوند و همانند یک آنتی‌اکسیدان غیر آنزیمی نقش مهمی را در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیک در گیاه ایفا می‌کنند. کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک می‌تواند در فرآیندهای فیزیولوژیک گیاه مانند بسته شدن روزنه‌ها، جذب و انتقال یون‌ها، یک‌پارچگی غشا و رشد و فتوسنتز نقش داشته باشد. اسید سالیسیلیک بر روی پارامترهای مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه اثر دارد. افزایش غلظت اسید سالیسیلیک باعث افزایش در ارتفاع گیاه، سطح برگ، وزن تر و خشک و محتوای پرولین می‌گردد. اسید سالیسیلیک ماده‌ای شبه هورمونی است که بر رشد و نمو گیاهان اثر می‌گذارد. همچنین ماده‌ای طبیعی است که به‌طور معمول در عکس‌العمل گیاه در تنش‌های زیستی و فیزیکی به‌کار می‌رود. کاربرد اسید سالیسیلیک خارجی می‌تواند باعث افزایش اسید سالیسیلیک درون‌زا که یک علامت القایی در برابر پاسخ‌های دفاعی ویژه گیاهان است، شود (مرادی مرجانه و گلدانی، ۱۳۹۰). گلاسیسین در دوره تنش کمبود آب از طریق تأثیر بر سیستم آنتی‌اکسیدان باعث تأخیر در لوله‌ای شدن برگ گیاهان می‌شود. همچنین باعث محافظت رنگدانه‌های گیاهی، آنتی‌اکسیدان‌ها و آنزیم‌ها می‌شود. با توجه به این که کشورمان جزء مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد، استفاده بهینه از منابع آبی و تقویت سازوکارهای تحمل به تنش کمبود آب می‌تواند نقش مهمی در بهبود تولید محصولات کشاورزی ایفا نماید (عقبای، ۱۳۹۰). با توجه به این موضوع مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک و گلاسیسین بر تولید بذر یونجه در شرایط تنش رطوبتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش حاضر در اردیبهشت سال ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج واقع در ماهدشت، با مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و در ارتفاع ۱۳۱۰ متر از سطح دریا، میانگین بارش سالانه ۲۳۹/۵ میلی‌متر و میانگین حداقل و حداکثر دمای سالانه آن به ترتیب ۸/۷ و ۲۱/۱ درجه سانتی‌گراد به اجرا در آمد. آزمایش به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل آن‌ها توسط نرم‌افزار SAS، رسم نمودارها با Excel و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

پیاده کردن طرح

مساحت کل مزرعه آزمایشی حدود ۱۴۰۰ متر مربع بود. ابتدا در پاییز ۱۳۹۳ به ازای هر متر مربع حدود ۱ کیلوگرم کود دامی پوسیده در زمین پخش شده و با خاک مخلوط گردید. سپس زمین مورد نظر برای پیاده کردن آزمایش شخم عمیق زده شد. در بهار ۱۳۹۴ برای ایجاد بستر مناسب و نرم کردن کلوخه‌ها و آماده‌سازی تکمیلی دیسک و ماله زده شد. عملیات کاشت یونجه رقم همدانی که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شده بود، در شهریور ۱۳۹۴ صورت گرفت. کرت‌های اصلی شامل سطوح مختلف آبیاری و کرت‌های فرعی شامل محلول پاشی مواد تخفیف‌دهنده تنش بودند. هر کرت فرعی شامل ۲۵ خط کاشت (۵ سطح ماده تخفیف‌دهنده تنش و هر سطح ۵ خط کاشت) به طول ۶ متر با فواصل ردیف ۵۰ سانتی‌متر که خطوط اول و چهارم هر تیمار به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند.

اسید سالیسیلیک و گلايسين محصول شرکت MERCK آلمان تهیه و بر اساس غلظت‌های در نظر گرفته شده در این آزمایش آماده گردید (جدول ۱). محلول پاشی بوته‌ها از زمان گل‌دهی شروع و به‌صورت هر دو هفته یکبار انجام

شد. محلول پاشی بوته‌ها تا زمانی که تمامی سطح برگ‌ها خیس شوند، ادامه یافت و با پوشاندن سطح خاک، از ریختن محلول اسید سالیسیلیک و گلايسين در سطح خاک جلوگیری شد. آبیاری مزرعه با توجه به رطوبت خاک و وضعیت بارندگی پس از کشت شروع و پس از آن معمولاً هر ۸ روز یک بار به میزان کافی و به‌صورت کرتی انجام گرفت. آبیاری پس از تکمیل دوره رشد و در مرحله شروع گل‌دهی بر اساس تیمارهای آزمایش انجام گردید (جدول ۱). عملیات برداشت به‌صورت دستی در اواخر اردیبهشت ۱۳۹۵ صورت گرفت.

صفات اندازه‌گیری شده

صفات عملکرد بذر با غلاف و بدون غلاف، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف مورد بررسی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری عملکرد بذر با غلاف و بدون غلاف، از هر تیمار در تکرار بوته‌ها از قسمت طوقه جدا شده و پس از اندازه‌گیری صفت یاد شده در متر مربع به‌صورت عملکرد در هکتار محاسبه شد. برای اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته و دانه در غلاف تعداد ۲۰ نمونه انتخاب و متوسط صفات اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات عملکرد بذر با غلاف و بدون غلاف، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در جدول ۲ ارائه شده است.

عملکرد بذر با غلاف

نتایج جدول (۲) تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی آبیاری و مواد تخفیف‌دهنده تنش بر صفت عملکرد بذر با غلاف بسیار معنی‌دار ($P < 0.01$) بود، اما اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود. بنی‌عباس‌شهری و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی مشابه بر روی گیاه آفتابگردان اثرات تنش خشکی، محلول‌پاشی و اثر متقابل آن‌ها را بر عملکرد دانه معنی‌دار ارزیابی کردند که معنی‌داری اثرات اصلی همسو با تحقیق حاضر بود.

که کمبود آب بعد از مرحله گل‌دهی به شدت رشد و نمو اندام‌های زایشی را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Gholinejad et al., 2009). نتایج فوق‌الذکر مبنی بر کاهش عملکرد دانه تحت تأثیر تنش کم‌آبیاری و بخصوص در مرحله شروع گل‌دهی منطبق بر تحقیق حاضر بود. در میان شاخص‌های فیزیولوژیک، فتوسنتز یکی از مهم‌ترین فرآیندها در رشد و تولید محسوب شده و حفظ سرعت آسمیلاسیون کربن تحت شرایط تنش، اهمیت اساسی در شکل‌گیری عملکرد دارد (Lawlor, 1995). فتوسنتز فرآیندی ضروری برای گیاه است و آب یکی از عناصر اصلی جهت انجام آن می‌باشد. فاتح و همکاران (Fateh et al., 2012) نشان دادند زمانی که پتانسیل آب خاک کاهش می‌یابد متعاقب آن سرعت فتوسنتز خالص نیز کاهش می‌یابد. در شرایط بدون تنش سرعت فتوسنتز خالص ژنوتیپ‌های حساس به خشکی، بالاتر از ژنوتیپ‌های مقاوم بود، اما با اعمال تنش خشکی شیب کاهش آن در ژنوتیپ‌های حساس بیشتر بود. نتایج تحقیقات زارعیان و همکاران (Zareian et al., 2013) نشان داد که فتوسنتز خالص با افزایش شدت تنش خشکی به میزان معنی‌داری کاهش یافت. کاهش سرعت فتوسنتز طی تنش خشکی در مرحله زایشی (۸۰ درصد) بیشتر از مرحله رشد رویشی گیاه (۶۵ درصد) بود (Siddique et al., 1999). تغییر در سرعت فتوسنتز موجب صدمه به غشای سلول‌های مزوفیل، کاهش محتوای کلروفیل و آسیب به ساخت و انتقال مواد پرورده می‌شود که در نهایت افت عملکرد را در پی دارد (Abdoli and Saedi, 2013).

نتایج مقایسه میانگین تیمار محلول پاشی مواد تخفیف‌دهنده تنش (جدول ۴) نشان داد که، تیمارهای GI_{10} و GI_{50} باعث افزایش عملکرد بذر بدون غلاف (به ترتیب ۹۱۶/۱۷ و ۹۴۵/۹۳ کیلوگرم در هکتار) نسبت به شرایط عدم محلول پاشی (۵۹۱/۷۳ کیلوگرم در هکتار) شد، که این اختلاف بسیار معنی‌دار بود. به عبارت دیگر تیمارهای GI_{10} و GI_{50} به ترتیب موجب افزایش ۵۴/۸۲ و ۵۹/۷۷ درصدی عملکرد بذر بدون غلاف نسبت به تیمار عدم محلول پاشی گردید. از

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که، تیمار آبیاری کامل بیش‌ترین (۱۴۱۸/۲) کیلوگرم در هکتار) و تیمار قطع آبیاری از شروع گل‌دهی کم‌ترین (۹۷۷/۴) کیلوگرم در هکتار) عملکرد بذر با غلاف را داشتند. به عبارت دیگر آبیاری کامل موجب افزایش ۴۵/۰۹ درصدی عملکرد بذر با غلاف نسبت به قطع آبیاری از شروع گل‌دهی گردید.

نتایج مقایسه میانگین تیمار محلول پاشی مواد تخفیف‌دهنده تنش در جدول ۴ حاکی از آن است که، تیمار GI_{50} با بیش‌ترین عملکرد بذر با غلاف (۱۴۴۰/۴) کیلوگرم در هکتار) در گروه برتر آماری و تیمار عدم محلول پاشی با کم‌ترین عملکرد بذر با غلاف (۹۳۲/۲) کیلوگرم در هکتار) در ضعیف‌ترین گروه آماری قرار گرفتند. به عبارت دیگر تیمار GI_{50} موجب افزایش ۵۴/۵۱ درصدی عملکرد بذر با غلاف نسبت به تیمار عدم محلول پاشی گردید.

عملکرد بذر بدون غلاف

طبق نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده (جدول ۲)، اثرات اصلی آبیاری و مواد تخفیف‌دهنده تنش بر صفت عملکرد بذر بدون غلاف بسیار معنی‌دار ($P < 0.01$) بود، اما اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود.

بین میانگین مقادیر مختلف تیمار آبیاری (جدول ۳) تفاوت وجود دارد به نحوی که تیمار آبیاری کامل با عملکرد بذر بدون غلاف ۹۳۶/۵۱ کیلوگرم در هکتار در بیش‌ترین حد خود بوده و به تنهایی در گروه آماری (a) و تیمار قطع آبیاری از شروع گل‌دهی با عملکرد بذر بدون غلاف ۵۹۴/۴۶ کیلوگرم در هکتار در کم‌ترین حد خود بوده و در گروه آماری (c) قرار گرفت. به عبارت دیگر آبیاری کامل موجب افزایش ۵۷/۵۳ درصدی عملکرد بذر بدون غلاف نسبت به قطع آبیاری از شروع گل‌دهی گردید. بنی‌عباس-شهری و همکاران (۱۳۹۰) در تحقیقی مشابه، بالاترین عملکرد دانه را در تیمار آبیاری کامل و کم‌ترین آن را در تیمار خشکی در مرحله رویشی و زایشی به دست آوردند. اغلب نتایج تحقیقات دیگر حاکی از تأثیر منفی و معنی‌دار تنش خشکی بر عملکرد دانه به خصوص در دوره گل‌دهی می‌باشد (Asl et al., 2007). محققان به این نتیجه رسیدند

بررسی اثر اسید سالیسیلیک و گلايسين تحت شرايط کم آبياری بر ...

با کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد بذر در غلاف افزایش می‌یابد و تعداد نهایی غلاف‌ها کم‌تر از ۵۰ درصد گل‌هایی هستند که بارور می‌شوند. بخش زیادی از گل‌های یونجه‌های یک‌ساله مانند سایر لگوم‌ها، در اثر تنش خشکی ریزش می‌کنند و از تعداد باقی‌مانده حدود نصف آن‌ها به غلاف تبدیل می‌شوند و از میان گل‌های تولید شده در بوته، گل‌هایی که زودتر تولید می‌شوند نسبت به گل‌هایی که با تأخیر تشکیل می‌شوند، برای تبدیل به غلاف مستعدتر هستند (Cocks, 1987). مرحله رشد زایشی بیش از سایر مراحل رشد رویشی یونجه زراعی بر عملکرد نهایی دانه مؤثر می‌باشند (Djedidi et al., 2011). محمدازاده و همکاران (۱۳۹۱) نیز قبلاً به تأثیر تنش خشکی در کاهش تعداد غلاف در بوته اشاره کرده بودند. به نظر می‌رسد که تعداد غلاف در بوته در بسیاری از گیاهان غلاف‌دار حساس‌ترین جزء عملکرد دانه به تنش خشکی باشد. به هنگام بروز تنش خشکی در مرحله گل‌دهی، تعداد زیادی از گل‌هایی که توانایی بالقوه تبدیل شدن به غلاف را دارند از بین رفته و تعداد کل غلاف در بوته کاهش می‌یابد. باترا و ساندرز (Boutraa and Sanders, 2001) در تحقیقی بر روی لوبیا، کاهش تعداد غلاف بوته تحت تنش خشکی را ناشی از ریزش اندام‌های زایشی مثل گل‌ها و نیام‌ها دانستند. رضایی (۱۳۸۹) قبلاً در تحقیقات خود به افزایش تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر گلايسين بتائين اشاره کرده بود که این یافته با نتیجه‌ی حاصل از تحقیق حاضر مطابقت داشت. در ارتباط با نقش گلايسين بتائين در رشد بهتر اندام‌های زایشی و رویشی بیان شده است که این ماده از طریق افزایش آب مورد استفاده و افزایش فتوسنتز در گیاه تیمار شده با این ماده، عمل می‌نماید. گیاه تیمار شده، ریشه و ساقه‌های قوی‌تر داشته، انشعابات آن‌ها افزایش یافته، گل‌دهی زودتر صورت گرفته و تعداد غنچه بیش‌تری ایجاد می‌نماید. در این ارتباط بیان شده که احتمالاً گلايسين بتائين در گیاه نقش هورمونی ایفاء می‌کند (Naidu et al., 2002). با توجه به آنچه ذکر گردید، حصول به بالاترین تعداد غلاف در بوته تحت تأثیر تیمار Co Ir+Gl₅₀

مهم‌ترین محلول‌های سازشی در سلسله گیاهی، گلايسين بتائين است (Hanson et al., 1991). گزارش‌های بسیاری حاکی از آن است که گلايسين بتائين از ترکیبات تنظیم‌کننده اسمزی است (Larher et al., 1996) و کاربرد آن به‌صورت برون‌زاد روی گیاهانی که توان تولید آن را ندارند (Makela et al., 1996; Scott et al., 1999; Bruria, 2003) موجبات توقف گیاه بر محدودیت‌های محیطی را فراهم ساخته و منجر به افزایش محصول می‌گردد (Makela et al., 1996). افزایش عملکرد دانه تحت تأثیر محلول‌پاشی با گلايسين توسط محققین زیادی گزارش شده است (Agboma et al., 1997; Harinasut et al., 1996; Smirnof and Stewart, 1985).

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری و مواد تخفیف‌دهنده تنش بر صفت تعداد غلاف در بوته در جدول ۲ حاکی از آن است که اثرات اصلی و همچنین اثرات متقابل آن‌ها بر صفت مذکور بسیار معنی‌دار ($P < 0.01$) بود. با توجه به معنی‌دار شدن تمامی اثرات اصلی و متقابل، طبعاً نتایج مقایسه میانگین مربوط به اثرات متقابل از اهمیت بیشتری برخوردار است. میرزا حسین و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی بر روی یونجه اثر متقابل تیمار محلول‌پاشی بر تنش خشکی را معنی‌دار ارزیابی کردند که با نتیجه‌ی این تحقیق مطابقت داشت. برهم‌کنش اثر آبیاری و مواد تخفیف‌دهنده تنش بر صفت تعداد غلاف در بوته (نمودار ۱) نشان داد که، تیمار Co Ir+Gl₅₀ بیش‌ترین (۳۱/۳۳) و تیمار Cu Ir+Gl₅₀ کم‌ترین (۹/۶۵) تعداد غلاف در بوته را داشتند. به عبارت دیگر بین آبیاری به‌صورت کامل و محلول‌پاشی گلايسين در سطح ۵۰ میلی‌مولار سینترژیسیم (هم‌افزایی) در افزایش تعداد غلاف در بوته مشاهده شد که با قطع آبیاری در زمان شروع گل‌دهی و عدم محلول‌پاشی مواد تخفیف‌دهنده تنش به یک فرآیند آنتاگونیسم (کاهنده) تبدیل شد (نمودار ۲). گاتس و همکاران (Gates et al., 1983) نشان دادند که تنش خشکی بر تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در غلاف اثر معنی‌داری دارد و

تعداد دانه در غلاف نسبت به تیمار عدم محلول پاشی گردید. پس از کاربرد گلاسیسین بتائین خارجی، انتقال آسان آن به اندام‌های در حال رشد و نمو صورت می‌گیرد (Xinghong and Congming, 2005). گلاسیسین بتائین پس از محلول پاشی، پایداری و بقای کافی دارد و می‌تواند تا حدوداً ۱۷ روز پس از کاربرد بدون استفاده در متابولیسم باقی بماند (Makela *et al.*, 1996) و باعث افزایش در محتوای نسبی آب شده و کارایی استفاده از آب را افزایش می‌دهد و از طریق افزایش هدایت روزنه‌ای و تعدیل سنتز برخی از هورمون‌ها مانند ABA عمل می‌کند (Davies and Zhang, 1991) و از طریق تنظیم تعادل هورمونی بر مورفولوژی گیاه اثر بگذارد. اثر آبسزیک اسید (ABA) بر افزایش برخی خصوصیات گیاه از جمله تعداد دانه در غلاف قبلاً توسط برخی محققین گزارش شده است (قلندری، ۱۳۹۲). با توجه به آنچه بیان گردید، افزایش تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر گلاسیسین بتائین منطقی به نظر می‌رسد.

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه‌گیری کلی آزمایش حاکی از اثر نامطلوب تنش خشکی بر تمامی صفات تحت مطالعه و کاهش اثرات مخرب آن توسط مواد تخفیف‌دهنده تنش بود. نتایج نشان داد که، تیمار آبیاری کامل بیش‌ترین عملکرد بذر (با غلاف و بدون غلاف) و تعداد دانه در غلاف (به ترتیب ۱۴۱۸/۲، ۹۳۶/۵۱ کیلوگرم در هکتار و ۹/۰۱ عدد) و تیمار قطع آبیاری از شروع گل‌دهی کم‌ترین عملکرد بذر (با غلاف و بدون غلاف) و تعداد دانه در غلاف (به ترتیب ۹۷۷/۴، ۸۰۷/۷۶ کیلوگرم در هکتار و ۶/۳۶ عدد) را داشتند. همچنین محلول پاشی با ۵۰ میلی‌مولار گلاسیسین با بیش‌ترین عملکرد بذر (با و بدون غلاف) و تعداد دانه در غلاف (به ترتیب ۱۴۴۰/۴ و ۹۴۵/۹۳ کیلوگرم در هکتار و ۱۰/۰۹ عدد) در گروه برتر آماری و تیمار عدم محلول پاشی با کم‌ترین عملکرد بذر (با غلاف و بدون غلاف) و تعداد دانه در غلاف (به ترتیب ۹۳۲/۲ و ۵۹۱/۷۳ کیلوگرم در هکتار و ۶/۳۴ عدد) در ضعیف‌ترین گروه آماری قرار گرفتند. در

(برهم‌کنش آبیاری کامل و وجود گلاسیسین بتائین) کاملاً منطقی و قابل انتظار است.

تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آبیاری و مواد تخفیف‌دهنده تنش بر روی صفت تعداد دانه در غلاف در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که، اثرات اصلی آبیاری و مواد تخفیف‌دهنده تنش بر صفت مذکور بسیار معنی‌دار ($P < 0.01$) بود، اما اثر متقابل آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود.

نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار آبیاری بر صفت تعداد دانه در غلاف (جدول ۴) نشان داد که تیمار آبیاری کامل بیش‌ترین (۹/۰۱) و تیمار قطع آبیاری از شروع گل‌دهی کم‌ترین (۶/۳۶) تعداد دانه در غلاف را داشتند. به عبارت دیگر آبیاری کامل موجب افزایش ۴۱/۶۶ درصدی تعداد دانه در غلاف نسبت به قطع آبیاری از شروع گل‌دهی گردید. رشد رویشی در اکثر گیاهان در آغاز مرحله گل‌دهی معمولاً زیاد است. در این مرحله در شرایط فراهم بودن رطوبت قابل دسترس، طول دوره زایشی و میزان فتوسنتز جاری آن افزایش می‌یابد. که نتیجه افزایش فتوسنتز جاری، تشکیل گل‌های بیشتر در گیاه خواهد بود که بر تشکیل غلاف‌های بارور و تعداد دانه مؤثر است (گلدانی و رضوانی‌مقدم، ۱۳۸۶). عدم تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای رشد جنین و تکامل بذر، یکی از دلایل عمده کاهش تعداد دانه در بوته (غلاف) در شرایط تنش خشکی می‌باشد. رضائیان‌زاده (۱۳۸۷) اعلام کرد که آبیاری تکمیلی در مرحله گل‌دهی باعث افزایش تعداد دانه در گیاه می‌شود. علت کاهش تعداد دانه در شرایط تنش خشکی، کاهش تعداد غلاف در ساقه‌های اصلی و فرعی است (Saxena *et al.*, 1995).

مقایسه میانگین نتایج اثر مواد تخفیف‌دهنده تنش بر صفت تعداد دانه در غلاف (جدول ۴) نشان داد که، تیمار GI₅₀ با بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف (۱۰/۰۹) در گروه برتر آماری و تیمار عدم محلول پاشی با کم‌ترین تعداد دانه در غلاف (۶/۳۴) در ضعیف‌ترین گروه آماری قرار گرفتند. به عبارت دیگر تیمار GI₅₀ موجب افزایش ۵۹/۱۴ درصدی

بررسی اثر اسید سالیسیلیک و گلیسین تحت شرایط کم آبیاری بر ...

صفت تعداد غلاف در بوته بیشترین عملکرد از برهم کنش
 آبیاری کامل و استفاده از محلول پاشی با گلیسین حاصل
 گردید که البته در این صفت ترکیب‌های مختلف این ماده
 (۵۰ و ۱۰ میلی مولار) تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند.

جدول ۱- ترکیب تیماری مورد استفاده در بررسی اثر اسید سالیسیلیک و گلیسین تحت شرایط کم آبیاری بر تولید بذر یونجه
 Table 1. Effect of combination treatments use salicylic acid and glycine under deficit irrigation on alfalfa seed production

تیمار Treatment	علامت اختصاری Symbol
بدون محلول پاشی Without spraying	Control
اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار Salicylic acid 0.5mM	Co Ir+As _{0.5}
آبیاری کامل Complete irrigation	
اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار Salicylic acid 1 mM	Co Ir+As ₁
گلیسین ۱۰ میلی مولار Glycine 10 mM	Co Ir+Gl ₁₀
گلیسین ۵۰ میلی مولار Glycine 50 mM	Co Ir+Gl ₅₀
بدون محلول پاشی Without spraying	Cu Ir Fl _{0%} +No Sp
قطع آبیاری از شروع گل دهی تا پایان فصل Irrigation cancellation from the beginning of flowering to the end of the season	
اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار Salicylic acid 0.5mM	Cu Ir Fl _{0%} +As _{0.5}
اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار Salicylic acid 1 mM	Cu Ir Fl _{0%} +As ₁
گلیسین ۱۰ میلی مولار Glycine 10 mM	Cu Ir Fl _{0%} +Gl ₁₀
گلیسین ۵۰ میلی مولار Glycine 50 mM	Cu Ir Fl _{0%} +Gl ₅₀
بدون محلول پاشی Without spraying	Cu Ir Fl _{50%} + No Sp
قطع آبیاری از 50 درصد گل دهی تا پایان فصل Irrigation cancellation from 50% flowering to the end of the season	
اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار Salicylic acid 0.5mM	Cu Ir Fl _{50%} +As _{0.5}
اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار Salicylic acid 1 mM	Cu Ir Fl _{50%} +As ₁
گلیسین ۱۰ میلی مولار Glycine 10 mM	Cu Ir Fl _{50%} +Gl ₁₀
گلیسین ۵۰ میلی مولار Glycine 50 mM	Cu Ir Fl _{50%} +Gl ₅₀

جدول ۲- تجزیه واریانس برای صفات مختلف مرتبط با تولید بذر در یونجه

Table 2. Analysis of variance for different traits related to seed production in alfalfa

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	میانگین مربعات (MS)			
		عملکرد بذر با غلاف Seed yield with pods	عملکرد بذر بدون غلاف Seed yield without pod	تعداد غلاف در بوته No. pods per plant	تعداد دانه در غلاف No. seeds per pod
تکرار Block	2	6982.31 ^{ns}	12003.84 ^{ns}	0.11 ^{ns}	2.44 ^{ns}
آبیاری (A) Irrigation (A)	2	837002.67 ^{**}	447693.10 ^{**}	247.21 ^{**}	26.71 ^{**}
خطای a Error a	4	9217.7	3502.70	5.87	1.26
مواد تخفیف دهنده تنش (B) Stress reducing material (B)	4	322325.14 ^{**}	200791.83 ^{**}	145.80 ^{**}	18.71 ^{**}
اثر متقابل (A*B) Interaction (A * B)	8	53626.90 ^{ns}	24434.63 ^{ns}	9.87 ^{**}	2.26 ^{ns}
خطای b Error b	24	76211.52	27922.54	21.34	2.98
ضریب تغییرات (%) Cv (%)		22.7	21.43	23.70	22.23

ns, *, **: معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیر معنی دار.

ns, *, **: Non-significant Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر آبیاری بر برخی صفات مرتبط با تولید بذر در یونجه

Table 3. Results of mean comparison of effect of irrigation on some traits related to seed production in alfalfa

آبیاری Irrigation	صفات مورد بررسی Traits			
	عملکرد بذر با غلاف Seed yield with pods	عملکرد بذر بدون غلاف Seed yield without pod	تعداد غلاف در بوته No. pods per plant	تعداد دانه در غلاف No. seeds per pod
آبیاری کامل Complete irrigation	1418.2 ^a	936.51 ^a	23.48 ^a	9.01 ^a
قطع آبیاری از شروع گل دهی Irrigation cancellation from the beginning of flowering	977.4 ^c	594.46 ^c	15.36 ^c	6.36 ^b
قطع آبیاری از 50 درصد گل دهی Irrigation cancellation from 50% flowering	1241.1 ^b	807.76 ^b	19.60 ^b	7.95 ^{ab}

حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در آزمون دانکن می باشد.

Common alphabets in each column indicate that there is no significant difference in the Duncan test

بررسی اثر اسید سالیسیلیک و گلیسین تحت شرایط کم آبیاری بر ...

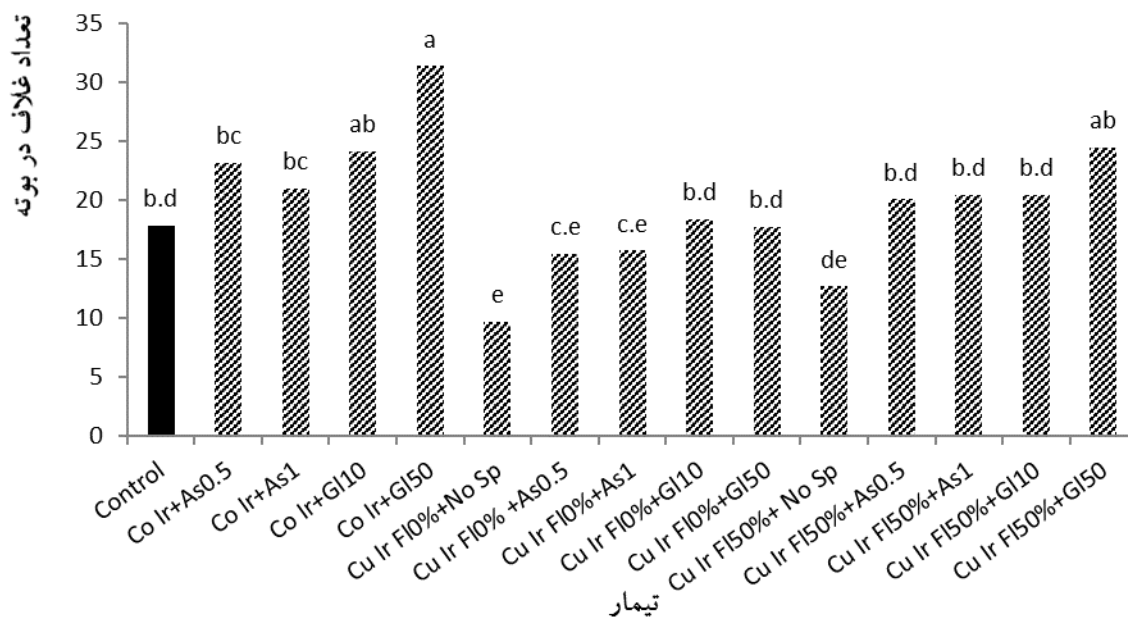
جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین اثر مواد تخفیف دهنده تنش بر برخی صفات مرتبط با تولید بذر در یونجه

Table 4. Results of mean comparison of effect of extenuating stress on some traits in alfalfa seed production

Stress reducing material	Traits			
	عملکرد بذر با غلاف Seed yield with pods	عملکرد بذر بدون غلاف Seed yield without pod	تعداد غلاف در بوته No. pods per plant	تعداد دانه در غلاف No. seeds per pod
بدون محلول پاشی Without spraying	932.2 ^c	591.73 ^c	13.37 ^c	6.34 ^c
اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار Salicylic acid 0.5mM	1141.1 ^{bc}	744.35 ^c	19.52 ^b	6.87 ^b
اسید سالیسیلیک ۱ میلی مولار Salicylic acid 1 mM	1283.3 ^{ab}	699.69 ^b	19.04 ^b	8.02 ^{ab}
گلیسین ۱۰ میلی مولار Glycine 10 mM	1264.2 ^{ab}	916.17 ^a	20.99 ^{ab}	7.54 ^b
گلیسین ۵۰ میلی مولار Glycine 50 mM	1440.4 ^a	945.93 ^a	24.48 ^a	10.09 ^a

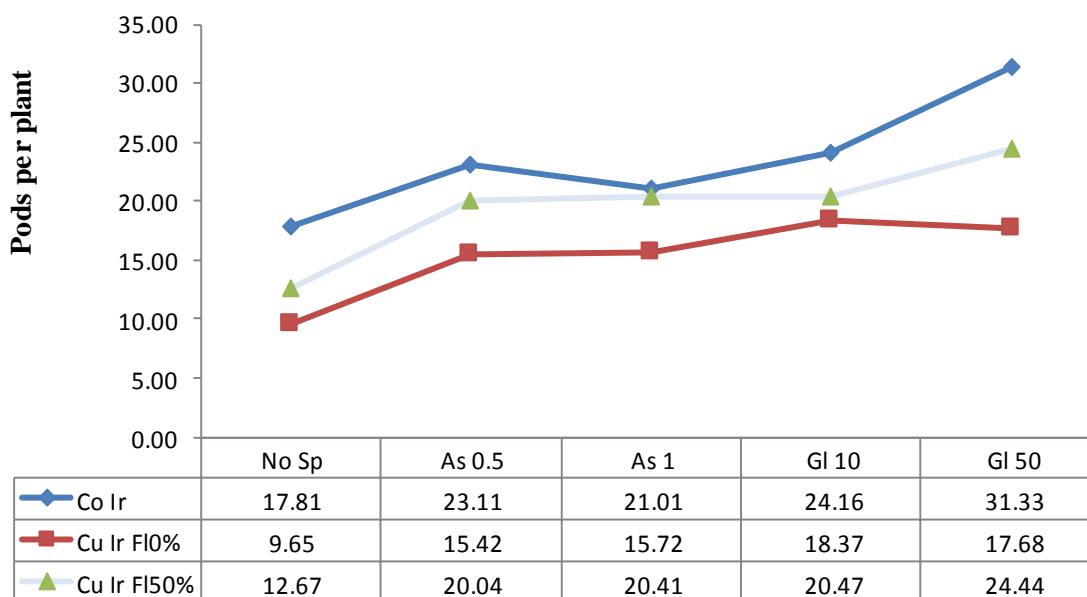
حروف مشترک در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی دار در آزمون دانکن می باشد.

Common alphabets in each column indicate that there is no significant difference in the Duncan test



شکل ۱- نمودار مقایسه میانگین اثر آبیاری و محلول پاشی مواد تخفیف دهنده تنش بر صفت تعداد غلاف در بوته با استفاده از آزمون دانکن

Figure 1. Mean comparison effect of irrigation and spraying of stress relieving materials on the number of pods per plant using Duncan test.



شکل ۲- نمودار اثرات سینرژیستی و آنتاگونیستی آبیاری و محلول پاشی مواد تخفیف دهنده تنش بر صفت تعداد غلاف در بوته
 Figure 2- Synergistic and antagonistic effects of irrigation and spraying of stress-reducing materials on the number of pods per plant

Reference

فهرست منابع

- بنی عباس شهری، ز.، غ. ر. زمانی. و م. ح. سیاری زهان. ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی و محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*). مجله تنش های محیطی در علوم زراعی. جلد ۴. شماره ۲. ص ۱۷۲-۱۶۵.
- جاویدی، ا. ۱۳۷۹. بررسی مقاومت به شوری اکوتیپ های یونجه منطقه آذربایجان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان.
- رضایی، م. ع. ۱۳۸۹. اثرات گلايسين بتائين برونزاد بر خصوصيات مرفوفیزیولوژیکی و عملکرد گیاه سویا (*Glycine max L.*). فصل نامه پژوهش های علوم گیاهی. شماره پیاپی ۱۷. سال ۵. شماره ۱.
- رضائیان زاده، ا. ۱۳۸۷. تأثیر آبیاری تکمیلی بر عملکرد و اجزای عملکرد و شاخص های رشد سه رقم نخود. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- عقبای، ح. ۱۳۹۰. تاثیر تنش کم آبی و مصرف سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم، یافته های نوین کشاورزی، سال پنجم، شماره ۴، صفحات ۳۹۹-۳۸۹.
- قلندری، س. ۱۳۹۲. اثر پرایمینگ بذر و محلول پاشی با هورمون ABA بر تحمل به خشکی لوبیا چیتی. همایش ملی پدافند غیرعامل در بخش کشاورزی. ۲۹ آبان ۱۳۹۲. جزیره قشم.
- کریمی، ه. ۱۳۶۹. زراعت و اصلاح گیاهان علوفه ای انتشارات تهران - شماره ۱۵۶۶
- گلدانی، م. و ب. رضوانی مقدم. ۱۳۸۶. اثر رژیم های مختلف رطوبتی و تاریخ کاشت بر خصوصیات فنولوژیکی و شاخص های رشد سه رقم نخود دیم و آبی در مشهد. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴(۱): ۲۴۲-۲۲۹.
- محمدزاده، ا.، ن. مجنون حسینی، ح. مقدم. و م. اکبری. ۱۳۹۱. تاثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو ژنوتیپ لوبیا قرمز. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. دوره ۴۳. شماره ۱. ص ۳۸-۲۹.
- مرادی مرجانه، ا و م. گلدانی. ۱۳۹۰. ارزیابی سطوح مختلف سالیسیلیک اسید بر تعدادی شاخص های رشد گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis L.*) تحت شرایط کم آبیاری، مجله تنش های محیطی در علوم زراعی، جلد چهارم، شماره اول، صفحه ۴۵ - ۳۳.
- میزرا حسین، ر.، ز. طهماسبی سروستانی، ح. حیدری شریف آباد، س. ع. م. مدرس ثانوی. و ر. توکل افشاری. ۱۳۹۲. اثر تنش خشکی و محلول پاشی آهن و روی بر ویژگی های کمی و کیفی دو گونه یونجه یک سال. نشریه تولید گیاهان زراعی. جلد ۶. شماره ۱. ص ۱۴۸-۱۲۵.
- Abdoli, M., and M. Saeidi. 2013. Evaluation of water deficiency at the post anthesis and source limitation during grain filling on grain yield, yield formation, some morphological and phonological traits and gas exchange of bread wheat cultivar. Albanian journal agriculture sciences 12 (2): 255-265.
- Agboma, M., M. G. K. Jones, P. Peltonen-Sainio, H. Rita., and E. Pehu. 1997. Exogenous glycinebetaine enhances grain yield of maize, sorghum and wheat grown under two supplementary watering regimes. Journal of Agronomy and Crop Science. 178: 29-37.

- Ashraf, A. and M. R. Foolad. 2007.** Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59 (2): 206-216.
- Boutraa, T., and F. E. Sanders. 2001.** Influence of Water Stress on Grain Yield and Vegetative Growth of Two Cultivars of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Agronomy & Crop Science*, 187, 251-257.
- Bruria, H. 2003.** Influence of exogenous application of proline and glycinebetaine on growth of salt stressed tomato plants. *Plant Science*.165: 693- 699.
- Cocks, P.S. 1987.** The effect of geographic origin on frost tolerance of pasture legume in Syria. *J. Appl. Ecol.* 24: 673-683.
- Davies, W. J, and J. Zhang. 1991.** Root signals and the development of plants growing in drying soil. *Ann. Rev. Plant Physiol. Molec. Biol.* 42:55–76.
- Djedidi, S., T. Yokoyama, N. Ohkama-Ohtsu, C. P. Risal, C. Abdelly., and H. Sekimoto. 2011.** Stress tolerance and symbiotic and phylogenic features of root nodule bacteria associated with *Medicago* species in different bioclimatic regions of tunisia. *Microb. Environ.* 26: 36-45.
- Fateh, H., Siosemardeh, A., Karimpoor, M. and Sharafi, S. 2012.** Effect of drought stress on photosynthesis and physiological characteristics of barley. *International Journal Farming and Allied Science* 1(2): 33-41.
- Gates, P., M. L. Smith, G. White, and D. Boulter. 1983.** Reproductive physiology and yield stability in *Vicia faba* L. In: temperate legumes: Physiology, Genetics and Nodulation (eds. D.G. Jone and D.R. Daviese). P 43-45, Boston: pitman advanced publishing programs.
- Gholinezhad, E., A. Aynaband, A. Hassanzade, G. Noormohamadi, I. Bernousi. 2009.** Study of the effect of drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid Iroflor at different levels of nitrogen and plant population. *Notulae. Bot. Hort. Agro. Bot. Cluj.* 37(2), 85-94.
- Hanson, A.D., S. R. Rathina, R. Chamberlin, D. A. Gage. 1991.** Comparative Physiological evidence that beta-alanincholine-O-sulfate act as Compatible osmolytes in *Limon* species. *Plant Physiol.* 97: 1199-1205.
- Harinasut, P., K. Tsutsui, T. Takabe, M. Nomura, and S. Kishitani. 1996.** Exogenous glycine betaine accumulation and increased salt tolerance in rice seedlings. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry.* 60: 366–368.
- Janson, C. G. 1974.** The establishment, management and utilization of lucerne. *New Zealand Sheep Farming:* 73-83.
- Kowithayakorn, H, and M. J. Hill. 1982.** A study of seed production of Lucerne (*Medicago sativa* L.) under different plant spacing and cutting treatments in the seeding year. *Seed Science and Technology* 10: 3-12.
- Larher, F., N. Rotival Garnier, P. Lemesle, M. Plasman, and A. Bouchereau. 1996.** The Glycinebetaine inhibitory effecte on the osmoinduced proline respense of rape leaf discs. *Plant Science.*113: 21 - 31.
- Lawlor, D. W. 1995.** The effect of water deficit on photosynthesis. In Smirnoff, N. (ed.) *Environment and Plant Metabolism, Flexibility and Acclimation.* BIOS Scientific Publisher. London, 129-160.

- Makela, P., P. Peltonensainio, K. Jokinen, E. Pehu, H. Seta'la', R. Hinkkanen, S. Somersalo. 1996.** Uptake and translocation of foliar- applied glycinebetaine in crop plants. *Plant Sci* 121: 221 - 234.
- Mahajan, S., N. Tuteja. 2005.** Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Arch Biochem Biophys* 444: 139- 158.
- Naidu, B.P., D. F. Cameron, and S. V. Konduri. 2002.** Improving drought tolerance of cotton by Glycine betaine application and selection. CSIRO, Tropical Agriculture, Cunningham Laboratory, St Lucia, Qld. 4067. Australian, Agronomy Conference. Papers.
- Saxena N. P., S, C. Sethi, L. Krishnamurty, and M. P. Haware. 1995.** Physiological approaches to genetic enhancement of drought resistance in chickpea. In: International Congress on Integrated Studies on Drought Tolerance of Higher Plants. Interdrought, Aug. 1995. Montpellier, France.
- Scott, D. M., L. N. Michael, and D. H. Andrew. 1999.** Betaines and Related Osmoprotectants. Targets for Metabolic Engineering of Stress Resistance. *Plant Physiol.* 120: 945-949.
- Siddique, M .R. B., A. Hamid, and S. Islam. 1999.** Drought stress effect on photosynthetic rate and leaf gas exchange of wheat. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 40: 141-145.
- Smirnoff, N., and G. R. Stewart. 1985.** Stress metabolites and their role in coastal plants. *Vegetation.* 62: 273–278.
- Xinghong, Y. and L. Congming. 2005.** Photosynthesis is improved by exogenous glycinebetaine in salt-stressed maize plants. *Physiologia Plantarum* 124: 343-352.
- Zareian, A., H. Heidari, A. Sharifabad-Hamidi, G. Noor-Mohammadi, and S. Ali-Tabatabaei. 2013.** Effect of drought stress and potassium foliar application on some physiological indices of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Annals Biology and Research* 4 (5): 71-74.

Effect of salicylic acid and glycine under low irrigation conditions on alfalfa seed production

P. Vadizadeh¹, Mansour Sarajoughi^{*2}, S. M. Mir Taheri³

Received date: 10 Dec 2016

Accepted date: 31 May 2017

Abstract

Alfalfa is one of the most important forage crops for feeding animals. Drought is the most important limiting factor in plant growth in the world and the most common environmental stress. In order to investigate the application of salicylic acid and glycine on alfalfa seed production under drought stress conditions, a split plot experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications at the Research Farm of Islamic Azad University, Karaj Branch, in 2012-2013. In this experiment, the first factor was irrigation at three levels, including full irrigation, irrigation from the beginning of flowering to the end of the season, and irrigation cut from 50% flowering to the end of the season, and the second factor was the strain reduction of stress reducing materials in five levels, including no spraying, 0.5 and 1 mM salicylic acid and 10 and 50 mM glycine were considered. The results showed that the full irrigation treatments had the highest seed yield (with pods and without pods) and number of seeds per pod (1418.2, 936.51 kg ha⁻¹ and 9.01, respectively) and irrigation cut off from the beginning of flowering. Seed yield (with pods and without sheath) and number of seeds per pod (respectively 977.4, 807.76 kg ha⁻¹ and 6.36 respectively). Also, spraying with 50 mM glycine with the highest seed yield (with pods and without pods) and number of seeds per pod (1440.4 and 945.93 kg / ha respectively and 10.09) respectively, were in the highest statistical group and insoluble treatment Spraying with the lowest seed yield (with pods and without pods) and number of seeds per pod (932.2 and 591 73 / kg / ha respectively and 6.34% respectively) were in the weakest group. In terms of number of pods per plant, the highest yield was obtained from full irrigation interaction and using glycine-foliar application. However, there were no significant differences in the composition of these compounds (50 and 10 mM).

Keywords: Alfalfa, Salicylic acid, Glycine, Low irrigation.

1- M.Sc. Student, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

3- Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

*- Corresponding author: msarajuoghi@gmail.com