

اثر کاربرد غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر رشد و تولید دانه کرچک تحت شرایط تنش خشکی

زهرا ایزدی^۱، هاشم هادی^{۲*}

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه شهرکرد

۲- استادیار گروه زراعت دانشگاه ارومیه

*مسئول مکاتبه: hhadi52@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۳/۲۰

چکیده

با توجه به نقش کرچک در صنایع مختلف، آزمایشی به منظور بررسی اثر محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر رشد دانه کرچک تحت شرایط تنش خشکی به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. صفات مورد شامل از تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت بود. نتایج نشان داد که استفاده از غلظت‌های متفاوت (صفر، ۲۵۰ میکرومول و ۵۰۰ میکرومول) اسید سالیسیلیک سبب ایجاد اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گردید. اسید سالیسیلیک توانست در شرایط عدم تنش و تنش ملایم به ترتیب عملکرد متوسط ۱۴۵۰ و ۱۱۵۰ کیلوگرم در هکتار یعنی بیشتر از شرایط بدون محلول پاشی با اسید سالیسیلیک (۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) تولید کند. در شرایط تنش شدید سطوح مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند، هرچند که در این شرایط اسید سالیسیلیک ۲۵۰ میکرومولار عملکرد ۷۵۰ کیلوگرم در هکتار تولید کرد که با عملکرد تیمار بدون تنش و بدون اسید سالیسیلیک اختلاف معنی‌داری نداشت. این بدین معنی است که اسید سالیسیلیک نه تنها در شرایط عدم تنش و تنش ملایم موجب افزایش عملکرد گردید، بلکه توانست از کاهش عملکرد کرچک در شرایط تنش شدید نیز ممانعت کند.

واژه‌های کلیدی: اسید سالیسیلیک، تنش خشکی، کرچک، عملکرد دانه

مقدمه

اختلالات متابولیکی و تنش‌های اکسیداتیو در گیاهان است

(اشرف و همکاران، ۲۰۱۱).

کاربرد خارجی ترکیبات متفاوت مانند محلول‌های آلی (اسمولیت‌های آلی و تنظیم کننده‌های رشد) و مواد معدنی یک راه‌کار برای افزایش مقاومت به خشکی در گیاهان است (اشرف و همکاران، ۲۰۱۱). اسید سالیسیلیک یک تنظیم کننده رشد گیاه است که بر واکنش‌های متابولیک و فیزیولوژیک گسترده‌ای در رشد و توسعه گیاه موثر است (حیات، ۲۰۱۰). اسید سالیسیلیک یا اسید اورتو هیدروکسی بنزوئیک (SA) از ترکیبات فنلی در گیاهان است که به عنوان ماده شبه هورمونی که نقش مهمی در تنظیم رشد و

کرچک (*Ricinus communis* L.) متعلق به تیره Euphorbiacea و دانه آن در حدود ۳۵ تا ۵۵٪ روغن و یک تا پنج درصد پروتئین توکسین و ریسین دارد که به عنوان مواد سمی عمل می‌کند (کیتوک و همکاران، ۱۹۶۷). مصرف دانه کرچک برای تغذیه انسان امکان‌پذیر نیست، ولی در صنایع دارویی و آرایشی استفاده گسترده‌ای (کیتوک و همکاران، ۱۹۶۷) دارد. خشکی خاک از عمده‌ترین تنش‌های غیرزنده است که بر کمیت و کیفیت گیاهان زراعی اثرات مضر دارد. تنش خشکی اثر اسمزی و تغذیه‌ای بر گیاهان دارد که نتیجه این اثرات کاهش رشد،

نمو گیاه دارد، محسوب می شود (نظر و همکاران، ۲۰۱۵). اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنلی است و با داشتن خاصیت آنتی اکسیدانتی در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان نقش دارد. اسید سالیسیلیک به عنوان یک مولکول پیام رسان مهم در پاسخ های گیاه به تنش های متعددی زیستی و غیر زیستی شناخته شده است که با تاثیر بر آنزیم های کاتالاز و پراکسیدازها و تنظیم کننده های اسمزی مثل پرولین، گلیسین و بتائین آثار ناشی از تنش خشکی، فلزات سنگین، گرما، سرما و شوری را کاهش می دهد (لک زایی و همکاران، ۲۰۱۴).

در مورد اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه در کرچک گزاره های متناقضی وجود دارد. خان و همکاران (۲۰۱۰) اختلاف معنی داری در عملکرد کرچک بین تیمارهای مختلف تنش خشکی گزارش نکردند. از طرفی با افزایش آبیاری، عملکرد دانه و تجمع ماده خشک در کرچک افزایش یافته است. همچنین، گزارش شده است که بین وزن هزار دانه و روغن در کرچک همبستگی مثبت وجود دارد، ولی کاهش عملکرد با کاهش آبیاری در ارتباط با کاهش تعداد گل آذین و کپسول در گیاه است (کیم و همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به این که تاکنون مطالعات اندکی در مورد امکان کاهش اثرات تنش خشکی توسط مواد تنظیم کننده اسمزی بر گیاه کرچک انجام شده است، هدف از این پژوهش بررسی اثرات اسید سالیسیلیک به صورت محلول پاشی برگی بر کرچک تحت شرایط تنش خشکی بود.

مواد و روش ها

به منظور بررسی واکنش های رشدی کرچک تحت شرایط تنش خشکی و کاربرد اسید سالیسیلیک آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی دانشگاه شهرکرد (با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۲۱۱۶ متر) اجرا شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای تنش خشکی شامل آبیاری

پس از ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A (عدد ۸۰ همان آبیاری معمول منطقه ۷ روز یکبار بود که به عنوان شاهد در نظر گرفته شد) و تیمار محلول پاشی شامل محلول پاشی با آب (شاهد)، محلول پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرومول در نظر گرفته شد (لیو و همکاران، ۲۰۱۱). کشت کرچک پس از رسیدن دمای خاک به ۲۰ درجه سانتی گراد و به صورت دستی در تاریخ پانزدهم اردیبهشت ۱۳۹۱ انجام گرفت. هر کرت آزمایشی دارای طول ۵ متر و فاصله ۶۰ سانتی متر ایجاد و فاصله کشت بذرها کرچک در روی ردیف های کاشت ۴۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. برداشت نهایی دانه کرچک، هنگامی که برگ های گیاه شروع به زرد شدن و ریزش کرد و حدود ۹۰-۸۰٪ کپسول ها رسیده و قهوه ای رنگ شده بودند، در تاریخ پانزدهم آبان ۱۳۹۱ انجام گرفت. صفات مورد نظر (زیست توده، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت) اندازه گیری و محاسبه شدند. برای تجزیه واریانس داده ها از نرم افزار SAS و جهت مقایسه میانگین های اثرات متقابل تنش خشکی و تیمارهای محلول پاشی اسید سالیسیلیک از نرم افزار MSTAT-C و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین ها به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد کپسول در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارهای تنش خشکی و محلول پاشی اسید سالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد برای صفت تعداد کپسول در بوته معنی دار گردید (جدول ۱).

در همه تیمارهای محلول پاشی با افزایش شدت تنش خشکی از تعداد کپسول در بوته به طور معنی داری کاسته شد. بیشترین تعداد کپسول (۹۰) از تیمار اسید سالیسیلیک ۲۵۰ میکرومول در آبیاری شاهد (۸۰ میلی متر) و کمترین تعداد کپسول (۶۵) از تیمار شاهد محلول پاشی در تنش شدید (۱۲۰ میلی متر) به دست آمد (شکل ۱).

تعداد دانه در بوته

تاثیر تیمارهای تنش خشکی و محلول‌پاشی بر تعداد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش شدت تنش از تعداد دانه در بوته به طور معنی‌داری کاسته شد. همچنین، محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک نسبت به شاهد تعداد دانه در بوته بیشتری تولید کرد. هر دو غلظت اسید سالیسیلیک از این نظر تاثیر یکسانی داشتند.

وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس جدول ۱ نشان می‌دهد که وزن ۱۰۰ دانه در سطح احتمال ۰.۵٪ تحت تاثیر تیمار تنش خشکی و اسید سالیسیلیک قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که تنها تیمار خشکی شدید وزن صد دانه کرچک را کاهش داد و تنش ملایم تاثیر معنی‌داری بر آن نداشت. علت این امر شاید به علت محدود بودن انتقال مجدد در تیمارهای تحت تنش خشکی باشد. بیشترین وزن ۱۰۰ دانه در تیمار محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰۰ میکرومولار مشاهده شد که با غلظت ۲۵۰ تفاوت معنی‌داری نداشت.

عملکرد دانه

اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). تنش خشکی از طریق اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی، عرضه مواد پرورده را کاهش داد و موجب تغییر در اجزای عملکرد و کاهش عملکرد دانه گردید. تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه گردید. بیشترین کاهش مربوط به تیمار تنش شدید با آبیاری ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A بود. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۱۵۰۳/۷۷ کیلوگرم در هکتار) از تیمار بدون تنش (شاهد) با محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰۰ میکرومولار به دست آمد که با غلظت ۲۵۰ میکرومولار آن در همان

شرایط تنش اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین عملکرد دانه (۵۹۵/۰۸ کیلوگرم در هکتار) از تیمار تنش شدید بدون محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک به دست آمد. اسید سالیسیلیک توانست در شرایط تنش شاهد و ملایم عملکرد بیشتری نسبت به شاهد اسید سالیسیلیک (بدون محلول‌پاشی) تولید کند. در شرایط تنش شدید سطوح اسید سالیسیلیک از نظر عملکرد دانه تفاوتی باهم نداشتند، هر چند که در این شرایط اسید سالیسیلیک ۲۵۰ میکرومولار عملکردی معادل عملکرد تنش شاهد بدون اسید سالیسیلیک تولید کرد. این بدین معنی است که اسید سالیسیلیک توانست مانع از کاهش عملکرد کرچک در شرایط تنش شدید گردد. سناراتا و همکاران (۱۹۸۸) در آزمایش مزرعه‌ای خود بر روی گندم دریافتند که با کاربرد ۰/۵ میلی‌مولار از اسید سالیسیلیک عملکرد دانه گندم افزایش یافته است.

عملکرد بیولوژیک

اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در سطح احتمال یک درصد برای عملکرد بیولوژیک معنی‌دار شد. شکل ۳ مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری برهم‌کنش تنش خشکی و تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک را نشان می‌دهد. عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر تیمارهای تنش خشکی قرار گرفت. بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک (۴۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری شاهد و محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک با غلظت ۲۵۰ میکرومولار مشاهده شد (شکل ۲).

شاخص برداشت

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، تیمارهای آبیاری بر شاخص برداشت تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشتند. در پژوهش حاضر با افزایش سطوح تنش خشکی شاخص برداشت نیز افزایش یافت (جدول ۲).

جدول ۱. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در کرچک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه
تکرار	۲	۱/۵۰ ^{ns}	۲۴۱۰/۴۸ ^{ns}	۳/۷۱ ^{ns}
تنش خشکی	۲	۱۳۲۸/۹۰ ^{**}	۲۷۷۸۹/۱۸ ^{**}	۷/۷۵ [*]
اسیدسالیسیلیک	۲	۲۰۹/۹۹ ^{**}	۱۳۱۰۷/۳۷ ^{**}	۵/۵۳ [*]
تنش*محلول پاشی	۴	۲۱/۳۳ ^{**}	۱۷۶۴/۹۸ ^{ns}	۰/۵۱ ^{ns}
خطا	۱۶	۳/۲۲	۱۲۵۰۹/۰۳	۲۲/۷۳
درصد ضریب تغییر		۲/۳۴	۱۲/۱۰	۶/۸۶

ns, ** و * به ترتیب به معنی غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

جدول ۲. میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در کرچک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	عملکرد دانه
تکرار	۲	۲۵۴۸۷/۴۱ ^{ns}	۴۹۹۰۸۰/۴۷ ^{ns}	۱۶۷۳۷۰/۷۸ ^{ns}
تنش خشکی	۲	۸۳۳۴۴۶/۹۴ ^{**}	۱۶۵۸۰۶۶۷/۴۴ ^{**}	۱۶۶۰/۳۹ ^{**}
اسیدسالیسیلیک	۲	۴۴۷۶۶۹/۷۳ ^{**}	۴۷۷۶۰۹۰۳/۲۸ ^{**}	۹۱/۷۹ ^{ns}
تنش*محلول پاشی	۴	۱۰۰۳۶۵/۷۲ ^{**}	۱۰۵۶۰۸۵/۳۳ ^{**}	۱۴/۵۸ ^{ns}
خطا	۱۶	۸۲۱۱/۲۵	۱۸۰۷۸۳/۳۵	۶۵/۰۶
درصد ضریب تغییر		۱۲/۵۸	۱۹/۱۴	۱۴/۱۶

ns, ** و * به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪.

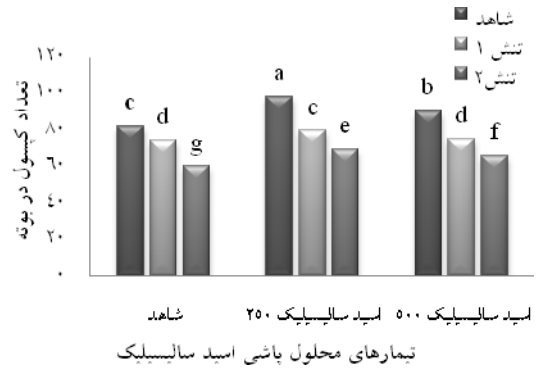
جدول ۳. مقایسه میانگین تیمارهای تنش خشکی و محلول پاشی برای صفات مورد ارزیابی در کرچک

تیمارها	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه (گرم)	شاخص برداشت
شاهد	۲۹۲/۱۱ ^a	۱۸/۰۳ ^a	۳۳/۹۶ ^c
تنش خشکی			
ملایم	۲۱۷/۲۲ ^b	۱۷/۷۴ ^a	۴۹/۰۲ ^b
شدید	۱۸۳/۵۶ ^c	۱۶/۲۹ ^b	۵۰/۷ ^a
شاهد	۱۸۷ ^c	۱۶/۵۰ ^c	۴۱/۷۵ ^a
اسید سالیسیلیک			
۲۵۰ میکرومول	۲۵۵/۵۶ ^a	۱۷/۵۱ ^{ab}	۴۳/۱ ^a
۵۰۰ میکرومول	۲۵۰/۳۳ ^a	۱۸/۰۵ ^a	۴۲/۹۱ ^a

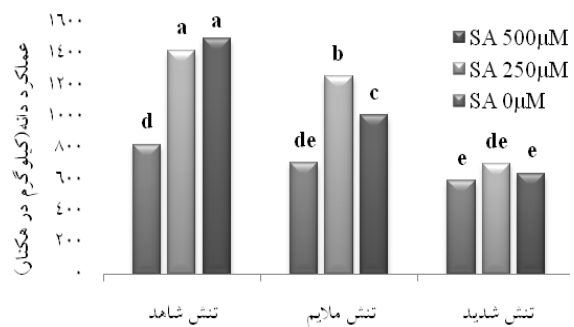
در هر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن ندارند.

همکاران، ۱۹۸۸). کاهش عملکرد کرچک با کاهش آبیاری در ارتباط با کاهش تعداد گل آذین و کپسول در گیاه است (کوتروباس و همکاران، ۱۹۹۹). کاهش فواصل آبیاری طی فصل رشد، اغلب موجب ایجاد بوته‌های قوی‌تر می‌شود و در هنگام پرشدن دانه‌ها در صورت مواجه شدن بوته‌ها با کمبود آب امکان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده از سایر اندام‌ها به مخزن دانه وجود دارد که موجب افزایش وزن هزار دانه می‌شود. تنش خشکی از طریق اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی، عرضه مواد پرورده را کاهش می‌دهد و موج تغییر در اجزای عملکرد و کاهش عملکرد دانه می‌گردد (شکیروا و همکاران، ۲۰۰۳). اثرات عمده تنش خشکی بر عملکرد گیاهان زراعی از طریق تفاوت در عملکرد پتانسیل و عملکرد واقعی تجلی می‌یابد. تنش خشکی بیشتر از طریق کاهش تعداد کپسول در متر مربع به دلیل کاهش تسهیم مواد فتوسنتزی به کپسول، کاهش ظرفیت فتوسنتزی یا قدرت منبع، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش ماده خشک گیاه عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (لورتی و همکاران ۱۹۹۵). چون در شرایط تنش رابطه جبرانی بین وزن و تعداد دانه غلات وجود دارد، کاهش وزن هزار دانه در این شرایط بیشتر مربوط به تسریع رسیدگی و کاهش طول دوره پر شدن دانه است (ماشی و همکاران، ۱۳۸۶).

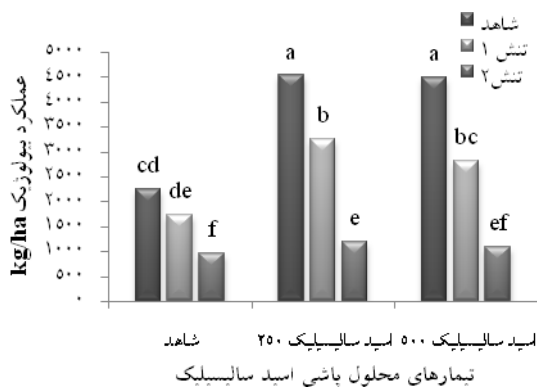
افزایش عملکرد دانه در تک بوته با تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه رابطه دارد که با افزایش تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه، عملکرد دانه در بوته افزایش می‌یابد. گزارش شده است که کاهش فواصل آبیاری سبب افزایش وزن هزار دانه در ذرت گردید. چون در شرایط تنش خشکی رابطه جبرانی بین وزن و تعداد دانه وجود دارد، کاهش وزن هزار دانه در این شرایط بیشتر مربوط به تسریع رسیدگی و کاهش طول دوره پر شدن دانه است (ماشی و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل ۱. اثر متقابل تنش خشکی و محلول پاشی اسید سالیسیلیک برای تعداد کپسول در بوته



شکل ۲. اثر متقابل تنش خشکی و محلول پاشی اسید سالیسیلیک برای عملکرد دانه در هکتار



شکل ۳. اثر متقابل تنش خشکی و تیمارهای محلول پاشی اسید سالیسیلیک برای عملکرد بیولوژیک

بحث

تنش خشکی از طریق کاهش رشد سلول (کاهش تقسیم سلول و کاهش اندازه سلول) در مرحله رشد رویشی موجب کاهش رشد گیاه می‌گردد (سنارانتا و

است. تعداد دانه در بوته نسبت به تعداد کپسول در بوته معیار مناسب تری جهت ارزیابی عملکرد دانه است، زیرا امکان پوک بودن تعدادی از کپسول ها وجود دارد . شاخص برداشت، مهم ترین صفتی است که در جریان تکاملی گیاهان زراعی به وجود آمده است. با تولید گیاهان زراعی جدید، الگوی توزیع مواد فتوسنتزی به سمت عملکرد اقتصادی تغییر می کند، ولی خود زیست توده تغییر چندانی نکرده است و این منجر به افزایش شاخص برداشت و در نتیجه افزایش عملکرد محصول گردیده است (رایو و همکاران، ۲۰۱۲). صفات مختلفی سبب افزایش شاخص برداشت می گردند که از آن جمله می توان به گلدهی زود هنگام، افزایش طول دوره پر شدن دانه، ارتفاع کوتاه تر ساقه یا پاکوتاهی و بذور درشت تر اشاره کرد (رایو و همکاران، ۲۰۱۲). محدودیت مقصد یکی از عواملی است که سبب کاهش شاخص برداشت می شود. تنش های محیطی سبب کاهش عملکرد می شود، ولی شاخص برداشت را افزایش می دهد، چون در شرایط تنش اولویت تسهیم مواد فتوسنتزی به سمت دانه افزایش می یابد و راندمان توزیع مواد فتوسنتزی به سمت دانه افزایش می یابد (رایو و همکاران، ۲۰۱۲).

نتیجه گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که همه صفات مورد مطالعه در کرچک تحت تاثیر تیمارهای تنش آبی قرار گرفته اند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات نشان دهنده آن است که اسید سالیسیلیک از کرچک در برابر تنش خشکی حفاظت می کند و کاربرد مواد تنظیم کننده اسمزی یک راه موثر برای کاهش اثرات منفی خشکی در گیاهان است.

زیست توده ارتباط مستقیمی با میزان فتوسنتز در گیاه دارد، در شرایط تنش روزنه ها بسته می شود و کاهش تبخیر و تعرق پتانسیل موجب کاهش فتوسنتز و در نهایت کاهش تولید زیست توده بوته می گردد. یک صفت مهم برای سازگاری به خشکی، ظرفیت ارقام برای انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده به دانه است و ارقامی مقاوم به خشکی، محسوب می شوند که در تولید مواد فتوسنتزی و انتقال به دانه کارآمدتر باشند (سناراتا و همکاران، ۱۹۹۸). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در بین سه تیمار آزمایشی بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک مربوط به شرایط آبیاری نرمال و کمترین آن مربوط به تیمار تنش شدید بود. کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شاهد و ملایم تاثیر مثبت و معنی داری بر عملکرد بیولوژیک داشت. بیوماس ارتباط مستقیمی با میزان فتوسنتز در گیاه دارد. تنش خشکی بر تجمع کل زیست توده قسمت هوایی و توزیع آن در میان اندام های مقصد اثر می گذارد. یک صفت مهم برای سازگاری به خشکی، ظرفیت ارقام برای انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده به دانه است و ارقامی مقاوم به خشکی، محسوب می شوند که در تولید مواد فتوسنتزی و انتقال به دانه کارآمدتر باشند (سرنا و همکاران، ۲۰۰۰).

با وجودی که عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش خشکی به علت کوتاه شدن دوره رویشی کاهش می یابد و این امر موجب افزایش شاخص برداشت می گردد، ولی افزایش بیشتر عملکرد دانه بر اثر آبیاری کامل موجب افزایش شاخص برداشت گیاهان در شرایط آبیاری کامل در مقایسه با شرایط تنش می شود (لورتی و همکاران، ۱۹۹۵). بررسی ها نشان می دهد که تیمار با اسید سالیسیلیک در غلظت های پایین سبب افزایش تعداد دانه در گندم (کایدان و یامور، ۲۰۰۶) و جو (ماشی و همکاران، ۱۳۸۶) شده

منابع

- ماشی، ا.، گالشی، س.، زینلی، ا.، نوری نیا، ع. ۱۳۸۶. اثر تنش شوری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه چهار ژنوتیپ جو بدون پوشینه. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۴(۵): ۸۶-۹۸.
- Ashraf, M., Akram. N A., Al-Qurainy, F., Flooda, M R. 2011. Drought tolerance: roles of organic osmolyts, growth, regulators, and mineral nutrients. *Adv Agron.* 111: 249-296 .
- Khan, NA., Shabian, S., Masood, A., Nazar, A., Iqbal, N. 2010. Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism in mung bean and alleviates adverse effects of salinity stress. *Int J Plant Biol.* 88: 1687-1695.
- Kaydan, D., Yagmur, M. 2006. Effects of different salicylic acid doses and treatments on wheat (*Triticum aestivum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medik.) yield and yield components. Agronomy College. Ankara Univ. 12:285-293.
- Kim, M. J., Lim, G. H., Kim, E. S., Ko, C., Yang, K., Jeong, J., Lee, M., Kim, C. S. 2007. Abiotic and biotic stresses tolerance in Arabidopsis overexpressing the multiprotein bridging factor 1a (*MUFla*) transcriptional coactivator gene. *Biochem Biophys Res Comm.* 354:440-446.
- Kittock, D. L., Williams, J. H., Hanway, D. G. 1967. Castor bean yield and quality as influenced by irrigation schedules and fertilization rates. *Agron J.* 59: 463-467.
- Koutroubas, S. D., Papakosta, D. K., Doitsinis, A. 1999. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. *Eur J Agron.* 11: 227-237.
- Lakzayi, M., Sabagh, E., Rigi, Kh., Keshtehgar, A. 2014. Effect of salicylic acid on activities of antioxidant enzymes, flowering and fruit yield and the role on reduce of drought stress. *Int J Farm Allied Sci.* 3 (9): 980-987.
- Laureti, D., Marras G. 1995. Irrigation of castor (*Ricinus communis* L.) in Italy. *Eur J Agron.* 4: 229-235.
- Shakirova, M. F., Sakhabutdinova, A. R., Bezrukova, M. V., Fatkhutdinova, R. A., Fatkhutdinova, D. R. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Sci.* 164(3): 317-322 .
- Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environ Exp Bot.* 68: 14-25.
- Liu, C., Guo, J., Cui, Y., Lü, T., Zhang, X., & Shi, G. 2011. Effects of cadmium and salicylic acid on growth, spectral reflectance and photosynthesis of castor bean seedlings. *Plant and soil.* 344(1-2): 131-141.
- Nazar, R., Umar, S., Khan, N A., Sarer, O. 2015. Salicylic acid supplementation improves photosynthesis and growth in mustard through changes in proline accumulation and ethylene formation under drought stress. *South Afr J Bot.* 98: 84-96.
- Rao, R., Qayyum, A., Razzaq, A., Ahmad, M., Mahmood, I., Sher, A. 2012. Role of foliar application of salicylic acid and l- tryptophan in droughe tolerance of maze. *J Anim Plant Sci.* 22(3): 768-772
- Senaratna, T., Mackay, C., McKersie, B., Fletcher, R. 1988. Uniconazole induced Chilling tolerance in tomato and its relationship to antioxidant content. *J Plant Physiol.* 133: 56- 61.
- Serrano, M., Martines-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F., Velero D. 2004. Role of calcium and heat treatmens in alleviating physiological changes induced mechanical damage in plum. *Post harvest Biol Technol.* 34: 155-167.
- Sunita, G., Gupta, N. K. 2011. Field efficacy of exogenously applied putrescine in wheat (*Triticum aestivum*) under water-stress conditions. *Indian J Agric Sci.* 81 (6): 516-9.

Effect of Applying Different Concentrations of Salicylic Acid on Castor Bean Seed Production under Drought Stress

Zahra Izadi¹, Hashem Hadi^{*2}

1- Postgraduate in Agronomy, University of ShahreKord, Iran
2- Assist. Prof., Department of Agronomy, Urmia University, Iran
*for Correspondence: hhadi52@gmail.com

Received: 30.03.15

Accepted: 10.06.15

Abstract

Regarding the role of Castor bean in different industries, to evaluate the effect of drought stress and foliar application of salicylic acid an experiment was conducted as a factorial based on randomized complete block design with three replications. Traits studied were number of pods per plant, number of seeds per plant, 100 seed weight, biological yield, and grain yield and harvest index. Results showed that different concentrations of salicylic acid (0, 250 and 500 μM) causes a significant difference in the number of seeds per plant, 100 seed weight, seed yield, biological yield and harvest index. According to the results, salicylic acid, in control and mild stress conditions, could produce 1450 and 1150 kg ha^{-1} average grain yield, respectively which was more compared to no foliar application (800 kg ha^{-1}). In conditions of severe stress, salicylic acid levels did not show significant differences in grain yield, although 250 μM of salicylic acid produced 750 kg ha^{-1} grain yield which had no significant difference with no salicylic acid and no stress condition. This means that salicylic acid not only increased grain yield in control and moderate stress, but also prevented the loss of the castor bean yield in severe stress condition.

Key word: Castor bean, drought stress, salicylic acid, seed yield