فصلنامه علمی - پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۹، ویژه نامه شماره ۱-۳۴، بهار ۱۳۹۲

تأثیر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی دو رقم ذرت

پروین منوچهری‌فر[۱]*، حسین لاری یزدی[۱]، بی‌تا زاجی[۲]

چکیده

تنش خشکی یکی از فاکتورهای محیطی محدودکننده بسیار مهم در تولید محصولات کشاورزی می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که اسید سالیسیلیک نقش مهمی را در جوانه‌زنی و تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه ایفا می‌نماید. این مطالعه با هدف بررسی اثر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر جوانه‌زنی دو رقم ذرت و مقایسه آنها از نظر تحمل خشکی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید. عامل‌ها شامل تنش خشکی در ۶ سطح شامل صفر (آب مقطر)، ۲-، ۴-، ۶-، ۸- و ۱۰- مگاپاسکال و اسید سالیسیلیک نیز در غلظت‌های صفر و ۰/۲ میلی‌مول بودند. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک بر تمام صفات مورد مطالعه شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، نرخ جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر وخشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک دانه‌رست معنی‌دار بود. با افزایش تنش خشکی تمام صفات به‌جز متوسط زمان جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری داشتند و متوسط زمان جوانه‌زنی با افزایش تنش خشکی افزایش یافت. اثر اسید سالیسیلیک نیز بر همه صفات مذکور معنی‌دار بود. با مقایسه دو رقم مشخص شد که رقم ۶۴۷ نسبت به رقم ۷۰۴ در مرحله جوانه‌زنی مقاومت بیشتری در برابر تنش خشکی دارد. همچنین استفاده از اسید سالیسیلیک موجب افزایش تحمل خشکی مرحله جوانه‌زنی دانه‌رست‌ها در هر دو رقم در برابر تنش خشکی و در مرحله جوانه‌زنی گردید.

واژه‌های کلیدی: اسید سالیسیلیک، جوانه‌زنی، خشکی، ذرت، رشد

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، گروه زیست‌شناسی، بروجرد، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرمانشاه، گروه علوم تجربی، کرمانشاه، ایران
* مکاتبه‌کننده: (p_manoochehri@yahoo.com)

تاریخ دریافت : بهار ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: پاییز ۱۳۹۰

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خشکی از جمله تنش‌های فیزیکی است که به عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی در اکثر نقاط جهان و ایران شناخته شده است. جوانه‌زنی یکی ازحساس‌ترین مراحل زندگی گیاه است زیرا در این مرحله بذر در شرایط نامساعد محیطی قرار می‌گیرد و استقرار بوته در مزرعه دچار مشکل می‌شود (Albuguerque *et al.*, 2003). نوآوری‌هایی در زمینه استقرار هرچه بهتر دانه‌رست‌ها توسط محققان مختلف صورت گرفته است، از جمله این موارد که روی بذر صورت گرفته استفاده از تیمارهای هورمونی می‌باشد. یکی از هورمون‌های گیاهی که برای ایجاد مقاومت گیاه در برابر تنش‌های محیطی استفاده می‌شود اسید سالیسیلیک است (Raskin, 1992). اسید سالیسیلیک یا اسید ارتوهیدروکسی بنزوئیک یک اسیدبتاهیدروکسی با فرمول $C_7\ H_6O_3$ می‌باشد. اسید سالیسیلیک یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی با ساختار فنولی است که یک حلقه آروماتیک با یک گروه هیدروکسیل دارد و گروه هیدروکسیل آن به گروه کربوکسیل متصل است. اسید سالیسیلیک در تمام سلسله گیاهی گسترده شده و در بسیاری از گونه‌های مهم گیاهی وجود دارد. اسید سالیسیلیک به خاطر نقش‌های متنوع تنظیم‌کنندگی در متابولیسم گیاه به عنوان یک هورمون گیاهی قوی شناخته شده است (Raskin., 1992). مطالعات نشان می‌دهد که اسید سالیسیلیک نقش کلیدی در ایجاد مقاومت در گیاهان در برابر تنش خشکی دارد (Hayat *et al.*, 2005). گزارش شده که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک وزن خشک گیاه را در دانه‌رست‌های گندم افزایش می‌دهد (Singh & Usha, 2003). به‌طور مشابه تیمار با اسید سالیسیلیک وزن تر و خشک ریشه و ساقه را در گیاه جو افزایش داد (Metwally *et al.*, 2003). نتایج مشابهی در گیاهان ذرت تحت تنش خشکی که با اسید سالیسیلیک تیمار شده بودند به‌دست آمد به‌طوری که باعث افزایش وزن تر ریشه و ساقه شد (Khodary, 2004).

ذرت به دلیل ویژگی‌های مطلوب در سراسر جهان گسترش یافته و مکان سوم را بعد از گندم و برنج از نظر سطح زیر کشت به خود اختصاص داده است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). درمناطق خشک و نیمه‌خشک فراهم ساختن شرایط مطلوب به‌ویژه تأمین آب کافی در دوره رشد ذرت با مشکل جدی روبرو می‌باشد و ازآنجاکه کمبود آب یکی از عوامل مهم محدودکننده تولید موفقیت‌آمیز این گیاه محسوب می‌شود، مطالعه در مورد کاهش رشد و جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی ضروری به‌نظر می‌رسد.

هدف از انجام این پژوهش بررسی اثر اسید سالیسیلیک و تنش خشکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی دو رقم ذرت و مقایسه دو رقم از نظر مقاومت به خشکی در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه دانه‌رست‌ها می‌باشد. همچنین بررسی کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت پیش‌تیمار اولیه بذرها در کاهش اثرات ناشی از تنش خشکی نیز از اهداف این مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

بذرهای مربوط به دو رقم ذرت (سینگل کراس ۷۰۴ و ۶۴۷) از اداره جهاد کشاورزی استان کرمانشاه تهیه گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تنش

Archive of SID

www.SID.ir

خشکی در ۶ سطح و اسید سالیسیلیک نیز در ۲ سطح (صفر و ۰/۲میلی‌مولار) اعمال گردید. قبل از شروع کار کلیه ظروف، بذرها و محیط کاراستریل شدند. برای استریل بذرها از هیپوکلریت سدیم ۲/۵ درصد به مدت ۵ دقیقه استفاده شد و سپس چندبار با آب مقطر استریل شستشو شدند. اسید سالیسیک به صورت پیش‌تیمار اولیه بذرها مورد استفاده قرار گرفت به این صورت که بذرها در محلول اسید سالیسیلیک ۰/۲میلی‌مولار به مدت ۲۴ ساعت خیسانده شده و نمونه‌های شاهد نیز به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار داده شدند. برای اعمال تنش خشکی از محلول پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ با پتانسیل‌های ۲-، ۴-، ۶-، ۸- و ۱۰- مگاپاسکال استفاده گردید. محلول‌های پلی اتیلن گلیکول با استفاده از معادله Michel & Kaufman (1973) تهیه گردیدند از آب مقطر هم به عنوان شاهد استفاده شد. پتری دیش‌های شیشه‌ای با قطر ۱۲cm که در کف آنها کاغذ صافی قرار داده شده بود استریل شده و در هر پتری دیش ۱۵ بذر قرار داده شد. ۱۰ml از محلول‌های پلی اتیلن گلیکول با غلظت مورد نظر در هر پتری دیش استفاده شد. پتری دیش‌ها در ژرمیناتور تحت شرایط دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۴۰٪ و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی به مدت ۱۲روز نگهداری شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده هر روز انجام گرفت و خروج ۲ میلی‌متر ریشه‌چه به عنوان معیار جوانه‌زدن در نظر گرفته شد. پس از مدت ۱۲ روز تعداد بذرهای جوانه‌زده، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک دانه‌رست اندازه گیری شدند. همچنین شاخص‌های جوانه‌زنی شامل درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی (Ashraf *et al.*, 1978)، متوسط زمان جوانه‌زنی و نرخ جوانه‌زنی (Shekari *et al.*, 2000) نیز با استفاده از روابط زیر محاسبه گردیدند:

درصدجوانه‌زنی = $(\Sigma N_i /N) \times ۱۰۰$

سرعت جوانه‌زنی = $\Sigma (N_i / i)$

متوسط زمان جوانه‌زنی = $\Sigma(N_i \times i)/ \Sigma N$

نرخ جوانه‌زنی =۱/ MTG

در این رابطه‌ها N تعداد کل بذر، N_i تعداد بذرهای جوانه‌زده تا روز i و i، تعداد روز از شروع آزمایش می‌باشد. MTG نیز متوسط زمان جوانه‌زنی (Mean Time Germination) است.

در نهایت آنالیزهای آماری داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و Excel انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطوح پنج و یک درصد محاسبه شد.

نتایج

درصد جوانه‌زنی: اثرات رقم، تنش خشکی و اسید سالیسیلیک به تنهایی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). اما اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک و نیز خشکی و اسید سالیسیلیک معنی‌دار نبودند. اثر متقابل سه‌گانه رقم، خشکی و اسید سالیسیک معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). در شرایط وجود اسید سالیسیلیک نسبت به حالت بدون حضور آن درصد جوانه‌زنی بیشتر بود. همچنین نتایج نشان داد که رقم ۶۴۷ نسبت به رقم ۷۰۴ درصد جوانه‌زنی بالاتری داشت (نمودار ۱). تیمارهای صفر،۲- و ۴- مگاپاسکال مربوط به رقم ۶۴۷ در هر دو حالت (با اسید سالیسیلیک و بدون آن) بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشتند، درحالی‌که کمترین مقدار مربوط به تنش۱۰- و بدون اسید سالیسیلیک در رقم ۶۴۷ بود (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

سرعت جوانه‌زنی: اثر رقم، خشکی و اسید سالیسیلیک به طور جداگانه معنی‌دار ($p<0/01$) بود. اثر متقابل خشکی و رقم و همچنین اثر متقابل سه‌گانه نیز معنی‌دار ($p<0/01$) بود. اما اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک و همین‌طور خشکی و اسید سالیسیلیک معنی‌دار نبود. در سطوح خشکی صفر و ۱۰- مگاپاسکال به‌ترتیب بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد و با افزایش سطح خشکی سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت. رقم۶۴۷ نسبت به رقم۷۰۴ سرعت جوانه‌زنی بیشتری داشت (جدول ۱). همچنین با کاربرد اسید سالیسیلیک سرعت جوانه‌زنی افزایش یافت. بیشترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به رقم ۶۴۷ با تیمار آب مقطر (سطح خشکی صفر) و اسید سالیسیلیک بود. کمترین مقدار هم در سطح۱۰- مگاپاسکال و بدون اسید سالیسیلیک در رقم۷۰۴ مشاهده شد (نمودار ۲).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات جوانه‌زنی و رشدگیاهچه در ارقام ذرت در سطوح مختلف تنش خشکی و اسیدسالیسیلیک

	تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	نرخ جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه
A	a_1	۷۵/۲۷۸b	۲/۶۶۱b	۴/۹۴۴a	۰/۲۴۸b	۱۰/۱۳۴b	۷/۷۱۹b	۰/۲۰۰b	۰/۰۳۶b	۰/۲۷۳b	۰/۰۳۱b	۰/۰۶۱b
	a_2	۸۳/۰۵۶a	۳/۶۰۶a	۴/۱۶۹b	۰/۳۱۰a	۱۴/۷۳۳a	۹/۸۱۷a	۰/۳۵۱a	۰/۰۵۵a	۰/۴۲۵a	۰/۰۴۹a	۰/۱۴۳a
B	b_1	۹۵/۸۳۳a	۴/۶۹۸a	۲/۲۱۷f	۰/۵۰۹a	۲۳/۰۳۸a	۱۷/۳۵۸a	۰/۴۹۰a	۰/۰۹۱a	۰/۴۵۲b	۰/۰۸۱a	۰/۲۱۷a
	b_2	۹۳/۳۳a	۳/۹۳۳b	۲/۹۷۵e	۰/۳۶۷b	۱۷/۶۲۴b	۱۳/۴۵۰b	۰/۴۱۸b	۰/۰۶۴b	۰/۵۹۴a	۰/۰۷۳a	۰/۱۴۴b
	b_3	۹۱/۶۶۷a	۳/۳۵۳c	۳/۹۰۰d	۰/۲۶۷c	۱۳/۰۵۳c	۹/۶۰۸c	۰/۳۱۷c	۰/۰۵۰bc	۰/۴۵۰b	۰/۰۴۱b	۰/۰۸۸b
	b_4	۸۲/۵۰۰b	۲/۶۹۵d	۴/۴۹۲c	۰/۲۲۳d	۹/۶۰۰d	۵/۷۵۸d	۰/۲۳۷d	۰/۰۳۵cd	۰/۳۳۶c	۰/۰۲۷bc	۰/۱۳۶b
	b_5	۷۰/۸۳۳c	۲/۳۵۲e	۶/۲۴۲b	۰/۱۶۸e	۱۷/۱۵۸e	۳/۹۰۸e	۰/۱۳۷e	۰/۰۲۳d	۰/۱۷۴d	۰/۰۱۲c	۰/۰۱۹c
	b_6	۴۰/۸۳۳d	۱/۷۸۰f	۷/۵۰۰a	۰/۱۳۹f	۴/۱۲۸f	۲/۵۲۵f	۰/۰۵۲f	۰/۰۱۳d	۰/۰۸۷e	۰/۰۰۵c	۰/۰۰۸c
AB	a_1b_1	۹۱/۶۶۷ab	۴/۲۶۲b	۲/۸۱۷h	۰/۳۵۸bc	۱۹/۴۲۷bc	۱۵/۳۳۳b	۰/۳۸۲c	۰/۰۸۳ab	۰/۵۳۳b	۰/۰۵۸b	۰/۱۶۶bc
	a_1b_2	۸۶/۶۶۷bc	۳/۵۹۰c	۳/۳۰۰g	۰/۳۴۳c	۱۴/۷۸۲c	۱۱/۷۳۳c	۰/۳۰۹d	۰/۰۴۹bcde	۰/۴۴۳d	۰/۰۴۹bc	۰/۱۰۳cde

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱

تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	نرخ جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه
a_1b_3	۸۶/۶۶۷bc	۳/۱۲۳d	۴/۲۱۷f	۰/۲۴۸de	۱۰/۰۹۰de	۷/۹۸۳d	۰/۲۳۱e	۰/۰۳۹cde	۰/۳۳۹e	۰/۰۳۲bcd	۰/۰۵۶def
a_1b_4	۸۱/۶۶۷c	۲/۱۰۸e	۴/۹۰۰e	۰/۲۲۸e	۷/۷۵۰e	۵/۰۰۰f	۰/۱۶۲f	۰/۰۲۳de	۰/۱۹۲g	۰/۰۳۲bcd	۰/۰۱۹ef
a_1b_5	۶۱/۶۶۷d	۱/۶۰۰f	۶/۶۶۷c	۰/۱۶۵f	۵/۶۰۰f	۳/۸۸۳g	۰/۰۹۲g	۰/۰۱۳e	۰/۱۰۶i	۰/۰۱۱cd	۰/۰۱۲f
a_1b_6	۴۳/۳۳۳e	۱/۲۸۵g	۷/۷۶۷a	۰/۱۴۲f	۳/۱۵۷f	۲/۳۸۳h	۰/۰۲۱h	۰/۰۰۹e	۰/۲۰۴j	۰/۰۰۴d	۰/۰۰۷f
a_1b_1	۱۰۰/۰a	۵/۱۱۷a	۱/۶۱۷a	۰/۶۶۰a	۲۶/۶۵۰a	۱۹/۳۸۳a	۰/۵۹۸a	۰/۰۹۹a	۰/۳۷۰e	۰/۱۰۵a	۰/۲۶۸a
a_2b_2	۱۰۰a	۴/۲۷۵b	۲/۶۵۰b	۰/۳۹۲b	۲۰/۴۶۷b	۱۵/۱۶۷b	۰/۵۲۷b	۰/۰۷۸abc	۰/۷۴۴a	۰/۰۹۷a	۰/۱۸۶abc
a_2b_3	۹۶/۶۶۷a	۳/۵۸۲c	۳/۵۸۳c	۰/۲۸۵d	۱۶/۰۱۷c	۱۱/۲۳۳c	۰/۴۰۳c	۰/۰۶۱abcd	۰/۵۶۱b	۰/۰۵۰bc	۰/۱۲۰cd

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱

	تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	نرخ جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه
	a_2b_5	۸۰c	۳/۱۰۳d	۵/۸۱۷d	۰/۱۷۰f	۸/۷۱۷e	۳/۹۳۳g	۰/۱۸۳f	۰/۰۳۲de	۰/۲۴۲f	۰/۰۱۳cd	۰/۰۲۶ef
	a_2b_6	۳۸/۳۳۳e	۲/۲۷۵e	۷/۲۳۳e	۰/۱۳۷f	۵/۱۰۰gh	۲/۶۶۷h	۰/۰۸۳g	۰/۰۱۶e	۰/۱۵۱h	۰/۰۰۶d	۰/۰۱۰f
C	c_1	۷۳/۶۱۱b	۲/۲۰۳b	۵/۶۱۷a	۰/۲۲۲b	۶/۵۰۳b	۶/۷۸۳b	۰/۱۸۴b	۰/۰۳۰b	۰/۲۸۰b	۰/۰۲۹b	۰/۰۵۶b
	c_2	۸۴/۷۲۲a	۲/۰۶۴a	۳/۴۹۲b	۰/۳۳۶a	۱۸/۳۶۵a	۱۰/۷۵۳a	۰/۳۶۷a	۰/۰۶۲a	۰/۴۱۸a	۰/۰۵۱a	۰/۱۴۸a
	b_3c_2	۶۱/۶۶۷e	۱/۵۷۰h	۷/۶۸۳b	۰/۱۲۸g	۱/۶۰۰gh	۱/۸۰۰h	۰/۰۸۸h	۰/۰۱۵de	۰/۱۰۳h	۰/۰۰۶ef	۰/۰۱۱f
BC	b_4c_2	۸۰/۰۰۰cd	۳/۱۳۳e	۴/۸۰۰d	۰/۲۰۷ef	۱۲/۷۱۷e	۶/۰۱۷f	۰/۱۸۷fg	۰/۰۳۰cde	۰/۲۴۴g	۰/۰۱۸def	۰/۰۲۷f
	b_5c_2	۳۵/۰۰۰g	۰/۹۱۰i	۹/۴۵۰a	۰/۱۰۲g	۰/۴۵۰h	۰/۸۸۳i	۰/۰۳۲i	۰/۰۰۸e	۰/۰۵۳i	۰/۰۰۳f	۰/۰۰۵f
	b_6c_2	۴۶/۶۶۷f	۲/۶۵۰f	۵/۵۰c	۰/۱۷۷f	۷/۸۰۷f	۲/۳۸۳g	۰/۰۷۱h	۰/۰۱۷de	۰/۱۲۲h	۰/۰۰۷ef	۰/۰۱۲f
	$a_1b_1c_1$	۸۶/۶۶۷abc	۳/۳۹۰ef	۳/۱۳۳fgh	۰/۳۱۷d	۱۳/۲۰۰ghi	۱۳/۹۶۷cd	۰/۲۴۸fg	۰/۰۵۱cde	۰/۴۱۸e	۰/۰۴۲cde	۰/۱۰۱defg

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱

تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	نرخ جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه
$a_1b_1c_2$	۹۶/۶۶۷a	۵/۱۳۳b	۲/۵۰۰ghi	۰/۴۰۰c	۲۵/۶۵۳c	۱۶/۷۰۰b	۰/۵۱۶b	۰/۱۱۴ab	۰/۶۴۸c	۰/۰۷۴bcd	۰/۲۳۲bc
$a_1b_2c_1$	۸۰/۰۰۰bcd	۲/۵۴۳g	۴/۱۳۳e	۰/۲۸۳de	۹/۱۸۳j	۹/۳۰۰ef	۰/۲۰۳gh	۰/۰۳۶de	۰/۳۲۸f	۰/۰۳۳cde	۰/۰۶۲efg
$a_1b_2c_2$	۹۳/۳۳۳ab	۴/۶۳۷c	۲/۴۶۷hi	۰/۴۰۳c	۲۰/۳۸۰de	۱۴/۱۶۷c	۰/۴۱۶c	۰/۰۶۳bcde	۰/۵۵۹d	۰/۰۶۴cde	۰/۱۴۵cdef
$a_1b_2c_1$	۸۰/۰۰۰bcd	۲/۰۹۰i	۵/۰۳۳d	۰/۲۰۷fgh	۴/۴۸۰kl	۵/۹۶۷g	۰/۱۵۱hi	۰/۰۲۵de	۰/۲۴۱g	۰/۰۲۲cde	۰/۰۳۲efg
$a_1b_2c_2$	۹۳/۳۳۳ab	۴/۱۵۷d	۳/۴۰۰f	۰/۲۹۰de	۱۵/۷۰۰fgh	۱۰/۰۰۰e	۰/۳۱۲de	۰/۰۵۳cde	۰/۴۳۸e	۰/۰۴۲cde	۰/۰۸۱defg
$a_1b_2c_1$	۷۶/۶۶۷cd	۱/۰۶۰j	۶/۴۰۰c	۰/۱۶۷ghij	۳/۰۳۳klm	۳/۶۶۷h	۰/۱۰۳ij	۰/۰۱۵e	۰/۱۲۵hi	۰/۰۴۰cde	۰/۰۱۲fg

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱

	تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	نرخ جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه
	$a_1b_4c_2$	۸۶/۶۶۷abc	۳/۱۵۷f	۳/۴۰۰f	۰/۲۹۰de	۱۲/۴۶۷hij	۶/۳۳۳g	۰/۲۲۱g	۰/۰۳۲de	۰/۲۵۸g	۰/۰۲۴cde	۰/۰۲۶fg
	$a_1b_5c_1$	۵۶/۶۶۷ef	۰/۵۶۳k	۸/۸۶۷b	۰/۱۱۰jk	۱/۹۰۰lm	۱/۶۰۰ij	۰/۰۵۲jk	۰/۰۰۹e	۰/۰۵۶jk	۰/۰۰۵e	۰/۰۰۶fg
	$a_1b_5c_2$	۶۶/۶۶۷de	۲/۶۳۷g	۴/۴۶۷de	۰/۲۲۰fg	۹/۳۰۰j	۶/۱۶۷g	۰/۱۳۲i	۰/۰۱۸e	۰/۱۵۶h	۰/۰۱۷de	۰/۰۱۸fg
	$a_1b_6c_1$	۴۰/۰۰۰gh	۰/۴۳۷k	۱۰/۴۳۳a	۰/۰۹۰k	۰/۵۰۰m	۰/۶۰۰k	۰/۰۱۳k	۰/۰۰۵e	۰/۰۱۲k	۰/۰۰۲e	۰/۰۰۳g
ABC	$a_1b_6c_2$	۴۶/۶۶۷fg	۲/۱۳۳hi	۵/۱۰۰d	۰/۱۹۳fghi	۵/۸۱۳k	۴/۱۶۷h	۰/۰۳۰k	۰/۰۱۲e	۰/۰۳۶k	۰/۰۰۶e	۰/۰۱۰fg
	$a_2b_1c_1$	۱۰۰/۰۰۰a	۴/۰۶۷d	۲/۰۳۳i	۰/۴۹۰b	۱۷/۵۶۷ef	۱۷/۰۳۳b	۰/۴۳۹c	۰/۰۶۱bcde	۰/۶۲۸c	۰/۰۸۲abc	۰/۲۰۱cd
	$a_2b_1c_2$	۱۰۰/۰۰۰a	۶/۱۶۷a	۱/۲۰۰j	۰/۸۳۰a	۳۵/۷۳۳a	۱۷/۷۳۳a	۰/۷۵۸a	۰/۱۳۷a	۰/۱۱۳hi	۰/۱۲۷ab	۰/۳۳۴b

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱

تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	نرخ جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه
$a_2b_2c_1$	۱۰۰/۰۰۰a	۳/۴۰۰ef	۳/۲۰۰fg	۰/۳۱۰d	۱۲/۱۰۰ij	۱۳/۳۰۰d	۰/۳۳۸d	/۰۵۰cde	۰/۵۵۹d	۰/۰۶۳cde	/۱۲۳cdefg ۰
$a_2b_2c_2$	۱۰۰/۰۰۰a	۵/۱۵۰b	۲/۱۰۰i	۰/۴۷۳b	۲۸/۸۳۳b	۱۷/۰۳۳b	۰/۷۱۷a	۰/۱۰۵abc	۰/۹۳۰a	۰/۱۳۲a	۰/۲۴۸bc
$a_2b_2c_1$	۹۶/۶۶۷a	۲/۵۰۳gh	۴/۱۳۳e	۰/۲۳۷ef	۱۰/۰۶۷ij	۸/۷۶۷f	۰/۲۷۸ef	۰/۰۴۰de	۰/۴۰۴e	۰/۰۳۶cde	۰/۰۷۵defg
$a_2b_2c_2$	۹۶/۶۶۷a	۴/۶۶۰c	۳/۰۳۳fgh	۰/۳۳۳d	۲۱/۹۶۷d	۱۳/۷۰۰cd	۰/۵۲۸b	۰/۰۸۲abcd	۰/۷۱۹b	۰/۰۶۴cde	۰/۱۶۵cde
$a_2b_2c_1$	۷۰/۰۰۰a	۲/۴۲۳ghi	۵/۰۶۷d	۰/۱۹۳fghi	۴/۳۰۰kl	۴/۰۳۳h	۰/۲۰۴gh	۰/۰۳۱de	۰/۳۴۰f	۰/۰۱۵de	۰/۰۳۵efg
$a_2b_2c_2$	۹۶/۶۶۷a	۴/۱۴۰d	۳/۱۰۰fgh	۰/۲۴۰ef	۱۸/۶۰۰ef	۹/۰۰۰f	۰/۴۲۰c	۰/۰۶۱bcde	۰/۶۲۱c	۰/۰۳۱cde	۰/۴۶۹a
$a_2b_5c_1$	۶۶/۶۶۷de	۲/۵۷۷g	۶/۵۰۰c	۰/۱۴۷ij	۱/۳۰۰lm	۲/۰۰۰i	۰/۱۲۴i	۰/۰۲۲de	۰/۱۵۱h	۰/۰۰۸e	۰/۰۱۵fg

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱

تیمار	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	نرخ جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه
$a_2b_5c_2$	۹۳/۳۳۳ab	۳/۶۳۰e	۵/۱۳۳d	۰/۱۹۳fghi	۱۶/۱۳۳fg	۵/۸۶۷g	۰/۲۴۱fg	۰/۰۴۲de	۰/۳۳۲f	۰/۰۱۸de	۰/۰۳۷efg
$a_2b_6c_1$	۳۰/۰۰۰h	۱/۳۸۳j	۸/۴۶۷b	۰/۱۱۳jk	۰/۴۰۰m	۱/۱۶۷jk	۰/۰۵۲jk	۰/۰۱۱e	۰/۰۹۳ij	۰/۰۰۳e	۰/۰۰۶fg
$a_2b_6c_2$	۴۶/۶۶۷fg	۳/۱۶۷f	۶/۰۰۰c	۰/۱۶۰hij	۹/۸۰۰ij	۴/۱۶۷h	۰/۱۱۳i	۰/۰۲۲de	۰/۲۰۸g	۰/۰۰۹e	۰/۰۱۳fg

A رقم، B خشکی، C اسید سالیسیلیک، a_1 رقم ۷۰۴، a_2 رقم ۶۴۷، b_1 تا b_6 به ترتیب سطوح ۲-، ۴-، ۶- ۸- و ۱۰- مگاپاسکال، c_1 بدون اسید سالیسیلیک و c_2 اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۲ میلی‌مول می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نرخ جوانه‌زنی: در مورد این شاخص اثرات خشکی، اسید سالیسیلیک و رقم به تنهایی معنی‌دار (p<۰/۰۱) بودند. اثرخشکی و رقم، خشکی و اسید سالیسیلیک و همچنین اثر هر سه عامل فوق با هم نیز معنی‌دار بود، اما اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک معنی‌دار نبود. رقم۶۴۷ نرخ جوانه‌زنی بالاتری داشت و با کاربرد اسید سالیسیلیک این شاخص بیشتر شد. بالاترین نرخ جوانه‌زنی در رقم ۶۴۷ با سطح خشکی صفر و با اسید سالیسیلیک بود و کمترین میزان در رقم ۷۰۴، بدون اسید سالیسیلیک و با سطح ۱۰- بود. با افزایش تنش خشکی نرخ جوانه‌زنی کاهش یافت (جدول ۱).

طول ریشه‌چه: رقم، اسید سالیسیلیک و تنش خشکی به طور جداگانه اثر معنی‌داری (p<۰/۰۱) بر طول ریشه‌چه داشتند. اما اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک معنی‌دار نبود. در مورد اثر رقم و خشکی و همچنین اثر متقابل سه عامل خشکی، رقم و اسید سالیسیلیک معنی‌دار (p<۰/۰۵) بود. با افزایش تنش خشکی طول ریشه‌چه کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین طول در سطح صفر و کمترین مقدار در سطح ۱۰- مگاپاسکال مشاهده گردید. استفاده از اسید سالیسیلیک نیز موجب افزایش طول ریشه‌چه شد (جدول ۱).

طول ساقه‌چه: در آزمایش انجام شده اثر رقم، اسید سالیسیلیک و خشکی بر طول ساقه‌چه معنی‌دار (p<۰/۰۱) گردید. اثر متقابل خشکی و رقم و همچنین خشکی، رقم و اسید سالیسیلیک نیزمعنی‌دار (p<۰/۰۱) شد. همچنین اثر خشکی و اسید سالیسیلیک نیز معنی‌دار (p<۰/۰۵) گردید. اما اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک معنی‌دار نشد. بررسی‌ها نشان داد که رقم ۶۴۷ طول ساقه‌چه بیشتری داشت. بیشترین طول در رقم ۶۴۷، تیمار خشکی صفر و با اسید سالیسیلیک و کمترین میزان در رقم۷۰۴، تیمار۱۰- مگاپاسکال و بدون اسید سالیسیلیک مشاهده شد (جدول ۱).

وزن تر ریشه‌چه: در این صفت خشکی، اسید سالیسیلیک و رقم به طور جداگانه و همچنین اثر هر سه عامل به‌طور متقابل معنی‌دار (p<۰/۰۱) شد. اثر متقابل اسید سالیسیلیک و خشکی و همچنین خشکی و رقم نیز معنی‌دار (p<۰/۰۱) شد. اما اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک معنی‌دار نشد. در رقم ۶۴۷ وزن تر ریشه‌چه بیشتر بود و با استفاده از اسید سالیسیلیک وزن تر ریشه‌چه بیشتر شد. اما با افزایش خشکی این پارامتر کاهش یافت. بیشترین مقدار وزن تر ریشه‌چه در تیمارخشکی صفر، رقم۶۴۷ و با اسید سالیسیلیک و کمترین میزان در رقم ۷۰۴ تیمار ۱۰- مگاپاسکال و بدون سالیسلیک اسید وجود داشت (جدول ۱).

وزن خشک ریشه‌چه: در این صفت نیز اثر هر سه عامل مورد نظر به‌طور جداگانه و همچنین اثر متقابل آنها با هم به جز اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک معنی‌دار (p<۰/۰۱) شد. در رقم ۶۴۷ وزن خشک ریشه‌چه بیشتر بود. بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در رقم ۶۴۷ در سطح خشکی صفر و با تیمار اسید سالیسیلیک و کمترین وزن آن در رقم ۶۴۷ تیمار۱۰- مگاپاسکال و بدون اسید سالیسیلیک مشاهده گردید (جدول ۱).

وزن تر ساقه‌چه: در مورد این پارامتر اثر همه عوامل مورد بررسی به تنهایی و همچنین اثر متقابل سه عامل با هم معنی‌دار (p<۰/۰۱) بود. اما اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک معنی‌دار نبود. بیشترین وزن تر ساقه‌چه در تیمار ۲-، رقم ۶۴۷ و با اسید سالیسیلیک اندازه‌گیری شد. همچنین کمترین وزن در رقم ۷۰۴، با خشکی۱۰- مگاپاسکال و بدون

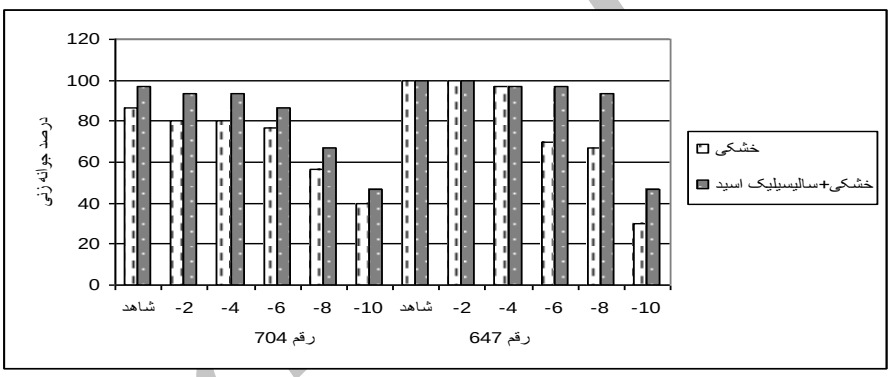
Archive of SID

www.SID.ir

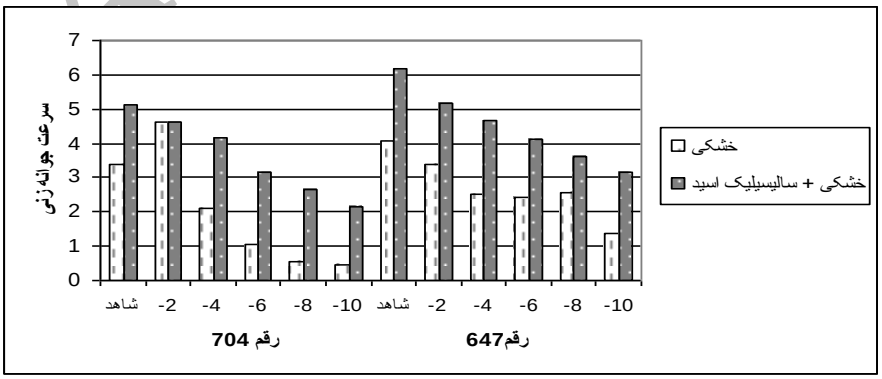
اسید سالیسیلیک دیده شد. در شرایط استفاده از اسید سالیسیلیک وزن تر ساقه‌چه افزایش یافت اما با افزایش سطح خشکی روند منظمی در تغییرات این صفت مشاهده نشد.

وزن خشک ساقه‌چه: اثر متقابل سه عامل رقم، خشکی و اسید سالیسیلیک و همچنین اثر متقابل رقم و اسید سالیسیلیک معنی‌دار نبود. اما اثر عوامل فوق به تنهایی معنی‌دار ($p<0/01$) بود. اثر متقابل خشکی و اسید سالیسیلیک و همچنین رقم و خشکی نیز معنی‌دار ($p<0/01$) بود. در رقم۶۴۷ وزن خشک ساقه‌چه بیشتر بود و وجود اسید سالیسیلیک نیز مقدار این صفت را افزایش داد (جدول ۱). با افزایش سطح خشکی وزن خشک ساقه‌چه کاهش یافت.

وزن خشک دانه‌رست: براساس نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۱) اثر متقابل هر سه عامل مورد بررسی با هم و به‌طور جداگانه معنی‌دار ($p<0/05$) بود .اثر متقابل رقم و خشکی و نیز خشکی و سالیسیلیک اسید هم معنی‌دار ($p<0/05$) بود اما اثر متقابل رقم و سالیسیلیک اسید معنی‌دار نبود. بیشترین وزن خشک دانه‌رست در رقم ۶۴۷، سطح خشکی ۶- مگاپاسکال و با سالیسلیک اسید مشاهده گردید و کمترین میزان در رقم ۷۰۴ با سطح خشکی۱۰- مگاپاسکال و بدون سالیسیلیک اسید دیده شد. کاربرد سالیسیلیک اسید موجب افزایش وزن خشک دانه‌رست شد.

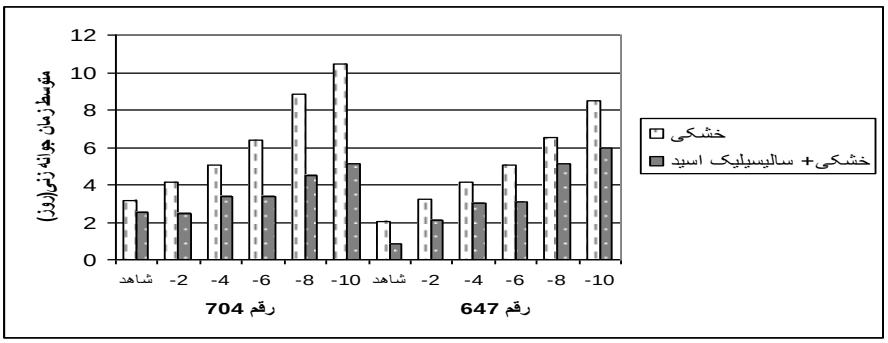


نمودار ۱- اثراسید سالیسیلیک و سطوح مختلف تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی

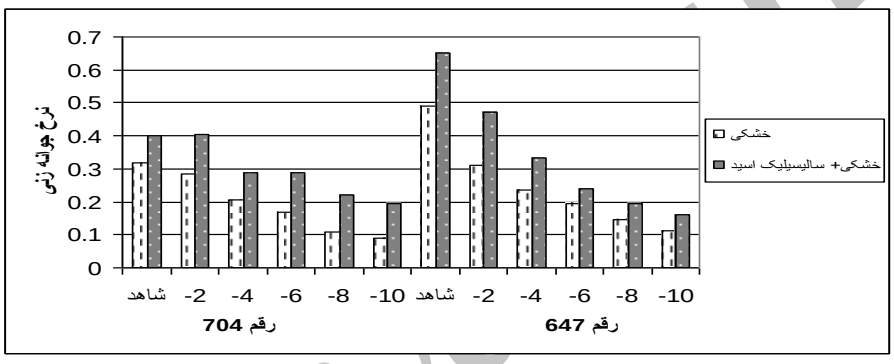


نمودار ۲- اثر اسیدسالسیک و سطوح مختلف تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی

www.SID.ir



نمودار ۳- اثر اسید سالسیک و سطوح مختلف تنش خشکی بر متوسط زمان جوانه‌زنی



نمودار ٤- اثر اسید سالسیک و سطوح مختلف تنش خشکی برنرخ زمان جوانه‌زنی

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه درصد جوانه‌زنی بذرهای ذرت با افزایش فشاراسمزی کاهش یافت که نتایج حاصل با یافته‌های Parmer & More (1986) مطابقت نشان می‌دهد. همچنین کاهش مقدار جوانه‌زنی بذر با کاهش پتانسیل آب کاهش یافت که با گزارش کوچکی و ظریف کتابی (۱۳۷۵) در مورد گونه‌های مرتعی همسویی نشان می‌دهد. در این آزمایش جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست‌ها در غلظت کم اسید سالیسیلیک افزایش یافتند که همسو با مشاهدات Shakirova (2007) در بررسی وضعیت جوانه‌زنی بذرهای گندم می‌باشد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی صورت گیرد فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهند شد و در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر افزایش یافته و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (De & Kar, 1994) که در این آزمایش نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. مواد غذایی خاک از طریق ریشه وارد گیاه می‌شوند و یک سیستم ریشه‌ای سالم و قوی در کنار فاکتورهای دیگر نقش مهمی در افزایش رشد و تولید محصول گیاه دارد. افزایش تنش خشکی، آب قابل‌دسترس بذرها، جهت جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد، بنابراین سرعت فعالیت‌های متابولیکی بذر کاهش یافته و

www.SID.ir

منجربه کاهش طول ریشه‌چه می‌شود که این مطلب توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (Krishramurthy *et al.*, 1998). متوسط زمان جوانه‌زنی بذرها با افزایش خشکی افزایش یافت که مشابه با نتایج به‌دست‌آمده در گیاه گندم می‌باشد (Lafond & Baker, 1986).

ریشه‌ها قبل از اندام‌های دیگر گیاه از بذر بیرون می‌آیند و درنتیجه قبل از اندام‌های دیگر در معرض تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند بنابراین اندازه طول ریشه‌چه معیار مناسبی برای گزینش واریته‌های متحمل به تنش خشکی می‌باشد. نتایج نشان داد که رقم ۶۴۷ نسبت به ۷۰۴ طول ریشه‌چه بیشتری داشت. تیمار با غلظت‌های پایین اسید سالیسیلیک ریشه‌زایی را در گیاه *Tagetus erecta* افزایش داد (Sandoval, 2004). این نتایج در گیاه لوبیا نیز مشاهده گردید به‌طوری که کاربرد اسید سالیسیلیک افزایش طول ریشه را به دنبال داشت (Gutierrez-Coronado *et al.*, 1998).

یکی از علل کاهش طول ساقه‌چه درشرایط تنش، کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از لپه‌ها به جنین ذکر گردیده است. علاوه بر آن کاهش جذب آب توسط بذر در شرایط تنش باعث کاهش ترشح هورمون‌ها و فعالیت آنزیم‌ها و درنتیجه اختلال در رشد دانه‌رست (شامل ریشه‌چه و ساقه‌چه) می‌شود (اصغری، ۱۳۷۷). در این آزمایش نیز با افزایش سطح خشکی طول ساقه‌چه کاهش یافت اما کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش آن شد. نتایج مشابهی در گیاه *T.erecta* مشاهده شده به‌طوری‌که وقتی گیاه با غلظت‌های کم اسید سالیسیلیک تیمار شد رشد بخش‌های هوایی گیاه افزایش یافت (Sandoval, 2004).

در بیشتر گیاهان، وزن تر و خشک گیاه در شرایط کمبود آب کاهش می‌یابد و در واقع یک اثر مشترک تنش خشکی بر روی گیاه، کاهش وزن تر و خشک محصولات آنها می‌باشد (Farooq *et al.*, 2009) که در مورد گیاه ذرت نیز این اثر مشاهده گردید اما کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش آن گردید. در مطالعه‌ای که بذرهای گندم را در غلظت‌های کم اسید سالیسیلیک پیش تیمار کردند افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک دانه‌رست‌های حاصل را مشاهده کردند (Hayat *et al.*, 2005) که دراین تحقیق نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد.

کاهش وزن خشک دانه‌رست‌ها در اثر تنش خشکی در اکثر گیاهان زراعی گزارش شده است یافته‌های De & Kar (1994) درگیاه لوبیا و بعلبکی و همکاران (۱۹۹۹) مشابه نتایج این تحقیق بود. همچنین اسید سالیسیلیک و ترکیبات هم‌خانواده آن موجب افزایش وزن خشک گیاه در ذرت و لوبیا گردید که این نتیجه در این آزمایش نیز به‌دست آمد (Khan *et al.*, 2003).

اسید سالیسیلیک یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد می‌باشدکه به‌صورت پیش‌تیمار قبل از کاشت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این تنظیم‌کننده دامنه‌ای ازفرآیندهای مختلف را در گیاهان از جوانه‌زنی تا تأثیر بر خصوصیات رشدی گیاه تحت‌تاثیر قرار می‌دهد. در گیاه ذرت پیش‌تیمار بذر با اسید سالیسیلیک اثر مثبتی بر جوانه‌زنی داشته و باعث افزایش مقاومت این گیاه به تنش خشکی می‌شود و بدین ترتیب می‌تواند در بهبود جوانه‌زنی این گیاه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مؤثر باشد. همچنین با مقایسه دو رقم ۷۰۴ و ۶۴۷ مشخص شد که رقم ۶۴۷ در مرحله جوانه‌زنی مقاومت بیشتری در برابر تنش خشکی دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

اصغری، م. ۱۳۷۷. اثر اتیلن در تنظیم اسمزی و رشد بافت‌های محوری و لپه‌ای دانه آفتابگردان در شرایط تنش خشکی. علوم و صنایع کشاورزی. ۷: ۱۴۵- ۱۵۲.

خدابنده،ن.، و ع.جلیلیان. ۱۳۷۶. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد زایشی بر جوانه‌زنی و قدرت بذر سویا، مجله علوم کشاورزی ایران. ۲۸(۱):۱۱-۱۸.

کوچکی،ع.، و ح.ظریف کتابی. ۱۳۷۵. تعیین درجه حرارت مطلوب جوانه‌زنی و بررسی اثرات شوری و خشکی در چندگونه مرتعی. نشریه علمی پژوهشی بیابان. ۱۰:۱-۱۵.

نظامی،ا.، و ع.باقری. ۱۳۸۰. ارزیابی کلکسیون نخود مشهد برای تحمل به سرما در شرایط مزرعه. مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۱۵(۲): ۱۵۵-۱۶۲.

نورمحمدی،ق.، ع.سیادت، و ع.کاشانی. ۱۳۸۰. زراعت. جلد اول، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۴۶ صفحه.

Albuguerque,M.F.E., and N.M.Carvalho. 2003. Effects of the type of environmental stress on the emergence of sunflower *(Helinanthus annus*), soybean (*Glycine max* L.) merril and maize (*Zea mays* L.) seeds with different levels of vigor. Seed Science and Technology. 31: 465 – 479.

Ashraf,C.M., and S.A.Shakra. 1978. Wheat seed germination under low temperature and moisture stress. Agronomy Journal. 65:135-139.

Baalbaki,R.Z., R.A.Zurayk, S.N.Belik, and B.Talhuk. 1990. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. Seed Sci and technol. 27: 291-302.

De,F., and R.K.Kar. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG- 6000. Seed Science and Technology. 23:301-304.

Dutt,N.R.G., and P.K.Sharma. 1982. Screening chickpea cultivars with polyethylene glycol for drought tolerance during germination. International Chickpea News latter 7:11-18.

El-Sharkawi,H.M., and I.Springuel. 1977. Germination of some crop plant seed under reduced water potential. Seed Science and Technology. 5: 677-688.

El-Sharkawi,H.M., K.A.Farghali, and S.A.Sayed. 1989. Interactive Effects of Water Stress, Temperature and Nutrients in Seed Germination of Tree Desert Plants. Academic Press of Egypt. germination of Rapeseed cultivars. Turkish Journal of Field Crops. 5(1): 21-28.

Emmerich,W.E., and S.P.Hardegree. 1991. Polyethylen glycole solution contact effect on seed germination. Agronomy Journal. 83: 1103 - 1107.

Archive of SID

www.SID.ir

Farooq,M., A.Wahid, N.Kobayashi, D.Fujita, and S.M.A.Basra. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agron. Sustain. 29: 185-21.

Gutierrez-Coronado,M., C.L.Trejo, and A.Larque-Saavedra. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiol Biochem. 36: 563–565.

Harris,D., A.Joshi, P.A.Khan, P.Gothkar, and P.S.Sodhi. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Experimental Agriculture. 35:15-29.

Hayat,S., Q.Fariduddin, B.Ali, and A.Ahmad. 2005. Effect of salicylic acid on growth and enzyme activities of wheat seedlings. Jour Acta Agron. Hung. 53:433–437.

Khan,W., B.Prithviraj, and D.L.Smith. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. Jour. Plant Physiol. 160: 485–492.

Khodary,S.E.A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosyntesis and carbohydrate metabolism in salt-stressed Maize plants. Jour.Agri.Biol.6: 5-8.

Krishramurthy,L., O.Ito, C.Johansen, and N.P.Saxsena. 1998. Length to weight ratio of chickpea roots under progressively reducing soil moisture conditions in a vertisol. Field Crops Research. 58: 177-185.

Lafond,G.P., and R.J.Baker. 1986. Effect of temperature moisture stress and seed size on germination of nine spring wheat cutivars Jour. crop.sci.26:563-567.

Metwally,A., I.Finkemeier, M.George, and K.Dietz. 2003. Salicylic acid alleviates the cadmium toxicity in Barley seedlings. Plant physiol. 132: 272-281.

Michel,E., and R.Kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol. 51:914-916.

Osborne,S.L., and D.D.Schepers, J.S.Francis, and M.R.Schlemmer. 2002. Use of spectral radiance to estimate in-season biomass and grain yield in nitrogen and water stress on corn. Crop Science.42:165-171.

Parmer,M.T., and R.P.More. 1986. Carbowax 6000, manitol, sodiumchloride for simulating drought condition in germination studies of corn (Zea mays) of strong and weak vigor. Agron. 960:192-195.

Rajasekaran,L.R, and T.J.Blake. 1999. New plantgrowth regulators protect photosynthesis and enhance growth under drought of jack pine seedlings. Jour. Plant Growth Regul 18:175–181.

Raskin,I. 1992. Role of salicylic acid in plants.Annu. Rev. Plant Physiology Plant Mol. Biol.43:439–463.

Sandoval-Yapiz,M.R. 2004. Reguladores de crecimiento XXIII: efecto del acido salicilico en la biomasa del cempazuchitl (Tagetes erecta). Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnologico Agropecuario, Conkal, Yucatan, Mexico.135-144.

Archive of SID

www.SID.ir

Shakirova,F.M. 2007. Role of hormonal system in the manisfestation of growth promoting and anti-stress action of salicylic acid. Springer, Netherlands.57-68.

Shekari,F., R.khoie, A.Javanshir, H.Alyari, and M.R.Shakiba. 2000. Effect of Sodium chloride salinity on germination of Rapeseed cultivars. Field Crops. 5(1): 21-28.

Singh,B., and K.Usha. 2003. Salicylic acid induced physiologycal and biochemical changes in wheat seedling under water stress. Plant grought regul. 39: 137-141.

Archive of SID

www.SID.ir