

واکنش اجزای جوانه‌زنی بذر به تنش شوری در کلزا (*Brassica napus* L.)

ابراهیم زینلی^۱، افشین سلطانی^۲ و سراله گالشی^۳
۱، ۲، ۳، مربی و استادیاران دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ پذیرش مقاله ۸۰/۸/۲۳

خلاصه

در جوانه‌زنی بذر گیاهان زراعی اجزای سرعت جوانه‌زنی (GR)^۱، درصد نهایی (تجمعی) جوانه‌زنی^۲ (FGP)، یکنواختی جوانه‌زنی^۳ (GU) و رشد هتروترنیک گیاهچه حائز اهمیت هستند. احتمال می‌رود میزان حساسیت این اجزا به تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری متفاوت باشد. علاوه بر این، برای اصلاح گیاهان زراعی در جهت افزایش تحمل شوری در مرحله جوانه‌زنی شناخت میزان حساسیت هر یک از اجزا و تعیین حساس‌ترین جزء ضرورت دارد. از اینرو، این مطالعه به منظور بررسی واکنش اجزای جوانه‌زنی بذر کلزا به تنش شوری و طبقه‌بندی این اجزا از نظر درجه حساسیت انجام شد. آزمایش در پتری دیش به صورت روش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در شرایط آزمایشگاه به اجرا درآمد. سه پتانسیل اسمزی ایجاد شده به وسیله کلرور سدیم (صفر، ۰/۴- و ۰/۸- مگاپاسکال) سطوح فاکتور اول یعنی شوری و پنج رقم کلزا (طلایه، سرز، رجنت، کبرا× دلیو . آ. و پی.اف. ۷۰۴۵/۹۱) سطوح فاکتور دوم یعنی رقم را تشکیل دادند. گرچه یافته‌ها حاکی از تاثیر معنی‌دار تنش شوری بر GR، FGP، GU، طول گیاهچه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه (R:S)^۴ در سطح احتمال یک درصد بود ولی این اجزا به طور یکسان تحت تاثیر تنش شوری قرار نگرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده، FGP متحملترین جزء و GR حساس‌ترین جز به تنش شوری بود. همچنین مشخص شد که حساسیت ریشه‌چه به تنش شوری بیش از ساقه‌چه می‌باشد. علاوه بر این، نتایج نشانگر عکس‌العمل متفاوت GR، FGP و GU ارقام کلزا به تنش شوری است در حالی که تغییرهای رشد گیاهچه و R:S تحت تاثیر شوری در ارقام کلزای مورد آزمایش نسبتاً مشابه بوده است. در شرایط عدم تنش (شاهد) بیشترین GR (۰/۵۸) در رقم سرز مشاهده شد حال آنکه کمترین میزان کاهش GR نسبت به شاهد (۱۹/۶ درصد) در شرایط شوری شدید (۰/۸- مگاپاسکال) مربوط به رقم رجنت بوده است. همچنین کمترین کاهش GR نسبت به شاهد در شرایط شوری متوسط (۰/۴- مگاپاسکال) در پی.اف. ۷۰۴۵/۹۱ مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: کلزا، رقم، شوری، جوانه‌زنی، گیاهچه، کلرور سدیم.

1. Germination Rate (GR)
2. Final Germination Percentage (FGP)
3. Germination Uniformity (GU)
4. Root to Shoot Ratio

مقدمه

شوری یکی از مهمترین عوامل محدود کننده بهره‌برداری اقتصادی از زمینها برای تولید گیاهان زراعی است؛ مشکلی که هم در اقلیم‌های مرطوب و هم در اقلیم‌های خشک وجود داشته و با افزایش سطح زیر کشت زراعت آبی بر اهمیت آن افزوده می‌شود (۱۷، ۲۹). بر اساس یافته‌های تحقیقاتی، اگر چه در معدودی از گیاهان زراعی مانند شبدر سفید (۲۸) و برنج (۲۴) حساسیت بیشتر گیاه به شوری در مرحله گیاهچه‌ای در مقایسه با مرحله جوانه‌زنی به اثبات رسیده است ولی به طور کلی، در بیشتر گیاهان زراعی، مرحله جوانه زنی حساسترین مرحله به تنش شوری تلقی می‌گردد (۹، ۲۰). شوری از طریق افزایش فشار اسمزی و در نتیجه کاهش جذب آب و همچنین از طریق اثرات سمی یونهای همچون سدیم و کلر جوانه‌زنی بذور را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۸، ۲۵) بعضی از محققین (۱۰ و ۱۹) اثر منفی شوری بر جوانه‌زنی گیاهان زراعی را به کاهش پتانسیل اسمزی و بعضی دیگر (۱۸، ۲۳) آن را به اثر سمی یونها نسبت داده‌اند.

کاهش FGP تحت تاثیر شوری در یونجه توسط امین پور و جعفر آقایی (۱۳۷۷)، در سورگوم توسط رحیمی تنها و همکاران (۱۳۷۷)، در جو توسط آروین (۱۳۷۷) و در کلزا توسط شکاری و همکاران (۱۳۷۷) گزارش شده است. بر اساس یافته‌های آزمایش‌های انجام شده، شوری علاوه بر کاهش FGP؛ GR، GU و رشد اجزای گیاهچه (ساقه‌چه و ریشه‌چه) را نیز کاهش می‌دهد (۳، ۴، ۲۲، ۲۷).

همچنین، مشخص شده است که بین گونه‌های گیاهی متعلق به یک جنس و حتی بین ارقام زراعی متعلق به یک گونه از نظر حساسیت به شوری اختلاف وجود دارد (۱۳، ۱۵). در آزمایش رجیانی و همکاران (۱۹۹۵) با افزایش غلظت نمک، اثر بازدارنده شوری بر رشد اجزای گیاهچه هر سه رقم گندم مورد مطالعه تشدید گردید ولیکن، میزان کاهش رشد اجزای گیاهچه در نتیجه افزایش غلظت نمک در این سه رقم یکسان نبود. رحمان و همکاران (۱۹۹۶) نیز اختلاف بین ده گونه آکاسیای مورد آزمایش از نظر تحمل شوری در مرحله جوانه‌زنی را گزارش کردند. در ایران، امین‌پور و جعفر آقایی (۱۳۷۷) اختلاف بین سه رقم یونجه رهنان، مائوپا و بمی، آروین (۱۳۷۷) الف) اختلاف بین شش رقم سیب‌زمینی، رحیمی تنها و همکاران (۱۳۷۷) اختلاف بین پنج رقم سورگوم علوفه‌ای و بالاخره شکاری و

همکاران (۱۳۷۷) اختلاف بین ۱۸ رقم کلزا از نظر تحمل به شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را گزارش نمودند. در زراعت، درصد جوانه‌زنی بذر به تنهایی مورد توجه نمی‌باشد بلکه علاوه بر آن سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نیز حائز اهمیت هستند. علیرغم اینکه مطالعات نسبتاً زیادی در زمینه تاثیر شوری بر جوانه‌زنی گیاهان زراعی انجام شده و علیرغم اهمیت شناسایی جزء حساستر برای سوق دادن فعالیت‌های به نژادی در جهت تقویت تحمل آن به شوری، تحمل اجزای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به شوری و بویژه مقایسه میزان حساسیت این اجزا بندرت مورد توجه محققین قرار گرفته و در مورد کلزا آزمایشی در این زمینه انجام نشده است. از اینرو، این مطالعه به منظور بررسی واکنش اجزای جوانه‌زنی و رشد هتروتروفیک گیاهچه پنج رقم کلزا به تنش شوری و مقایسه حساسیت نسبی این اجزا انجام شد.

مواد و روش‌ها

واکنش اجزای جوانه‌زنی بذر (سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی و درصد نهایی جوانه‌زنی) و رشد هتروتروفیک گیاهچه کلزا به تنش شوری (کلرور سدیم) در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده علوم زراعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مورد مطالعه قرار گرفت. بدین منظور بذور ارقام طلایه، سرز، کبریا×دبیلو.آ. و پی.اف. ۷۰۴۵/۹۱ در سه پتانسیل اسمزی صفر (شاهد)، -۰/۴، -۰/۸ - مگا پاسکال (به عنوان سطوح شوری) قرار داده شدند. بذور مورد استفاده در این آزمایش از مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان تهیه شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار به اجرا در آمد.

نخست ۳۷۵ بذر سالم از هر رقم جدا و ضد عفونی شد. به منظور ضد عفونی، بذور به مدت ۳۰ ثانیه در محلول ۱۰ درصد هیپوکلریت سدیم غوطه‌ور و سپس با آب فراوان شسته شدند. آنگاه بذور به پتری دیش‌های یکبار مصرف استریل شده‌ای که در کف آنها یک عدد کاغذ صافی واتمن شماره یک قرار گرفته بود، منتقل گردیدند. قطر تمام پتری‌دیش‌ها ۹ سانتی‌متر و تعداد بذر در هر پتری دیش (تکرار) ۲۵ عدد بود. سپس به هر پتری‌دیش ۷ میلی‌لیتر آب مقطر یا محلول‌های کلرور سدیم با پتانسیل -۰/۴ و -۰/۸ - مگاپاسکال، بسته به تیمار، افزوده شد.

افزایش غلظت کلرور سدیم و رسیدن پتانسیل اسمزی به -0.18 - مگاپاسکال GR، FGR و GR به طور معنی‌داری نسبت به شاهد و سطح شوری خفیف‌تر (-0.4 - مگاپاسکال) کاهش پیدا کرد (جدول ۲). از این نتایج می‌توان چنین استنباط نمود که حداقل فشار اسمزی لازم (آستانه) برای کاهش معنی‌دار GR کمتر از 0.4 مگاپاسکال و برای FGP و GU بین 0.4 و 0.8 مگاپاسکال می‌باشد. به بیان دیگر، GR در مقایسه با دو جزء دیگر به تنش شوری حساستر است. علیرغم شدت بیشتر شوری در آستانه کاهش معنی‌دار GU، شیب کاهش GU بیش از GR بود. شیب کاهش GU، GR و FGP به ترتیب 32 ، 26 و 4 درصد برآورد گردیده است. در مجموع بر اساس تحمل شوری می‌توان این سه جزء را به صورت $FGP > GU > GR$ مرتب نمود. فالری (۱۹۹۴) تاثیر پتانسیل رطوبت محیط بر FGP و GR و ژنوتیپ‌های *Pinus pinaster* Ait. را مطالعه و گزارش نمود که اثرات کاهش پتانسیل رطوبت بر سرعت جوانه‌زنی به طور قابل توجهی بیشتر از اثر آن بر درصد جوانه‌زنی می‌باشد بر اساس یافته‌های وی، آستانه کاهش معنی‌دار سرعت جوانه‌زنی -2 بار بود در حالی که حداقل تنش لازم برای کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی نهایی -6 بار برآورد گردید. با توجه به وجه تشابه تنش‌های شوری و خشکی به لحاظ محدود کردن آب قابل استفاده می‌توان گفت که نتایج آزمایش وی با آزمایش ما مطابقت دارد. سایر محققین نیز تاثیر منفی شوری بر جوانه‌زنی گیاهان زراعی مختلف شامل یونجه (۳)، سورگوم (۴)، جو (۲) و کلزا (۵) را گزارش کرده‌اند. با این حال، کاهش جوانه‌زنی هیچ یک از ۲۲ رقم یونجه مورد مطالعه النعمی و همکاران (۱۹۹۲) تحت تاثیر تنش NaCl از نظر آماری معنی‌دار نبود. کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه را می‌توان به کاهش میزان و کند شدن سرعت جذب اولیه آب (۶، ۱۱) و همچنین تاثیر منفی پتانسیل‌های اسمزی کم و سمیت یونها بر فرآیندهای بیوشیمیایی مراحل کاتابولیک (هیدرولیز آنزیمی مواد ذخیره‌ای بذر) و آنابولیک (ساخت بافت‌های جدید با استفاده از مواد هیدرولیز شده در مرحله اول) جوانه‌زنی نسبت داد (۱۶، ۲۱، ۳۰).

شوری علاوه بر تاثیر بر صفات مرتبط با خروج ریشه چه از بذر (جوانه‌زنی)، طول گیاهچه و R:S را نیز به طور بسیار معنی‌داری ($P=0.01$) تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان اظهار داشت که تاثیر شوری بر این دو صفت مشابه سرعت جوانه‌زنی بوده است. بدین معنی که

شمارش بذور جوانه‌زده به صورت روزانه در ساعتی معین انجام شد. به هنگام شمارش، بذوری جوانه زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آنها ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود. شمارش تا هنگامی که افزایشی در تعداد بذور جوانه‌زده مشاهده نشده و به مدت سه روز متوالی تعداد بذور جوانه‌زده در هر پتری دیش ثابت ماند، ادامه یافت. بر اساس داده‌های به دست آمده از این شمارش‌ها، سرعت جوانه‌زنی، درصد کل (نهایی) جوانه‌زنی (درصد بذور جوانه زده در مدت آزمایش از کل بذور) و یکنواختی جوانه‌زنی (مدت زمان لازم برای رسیدن درصد جوانه‌زنی از ۱۰ به ۹۰ درصد بر حسب ساعت) محاسبه شد. برای هر تکرار در کلیه تیمارها درصد جوانه‌زنی تجمعی در روزهای بعد از شروع جوانه‌زنی محاسبه شد. سپس به داده‌های درصد تجمعی جوانه‌زنی در مقابل زمان، مدل گمپرتز^۱ با استفاده از PROC MLIN (روش DUD) نرم‌افزار SAS برازش داده شد. معادله این مدل که S شکل می‌باشد، عبارت است از:

$$Y = a \exp [-b \exp (-kt)]$$

که در آن Y درصد تجمعی جوانه‌زنی، t زمان و a، b و k ضرایب معادله هستند. در این رابطه a خود درصد نهایی یا حداکثر جوانه‌زنی می‌باشد. با قرار دادن Y برابر ۰/۱، ۰/۵ و ۰/۹ حداکثر جوانه‌زنی، زمان تا D_{10} ، D_{50} و D_{90} درصد جوانه‌زنی نهایی محاسبه شد (۱۴). سرعت جوانه‌زنی به صورت عکس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی (یعنی $D_{50}/1$) به دست آمد و یکنواختی جوانه‌زنی به صورت مدت زمان (بر حسب ساعت) از ۱۰ تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی نهایی (یعنی D_{10} تا D_{90}) محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشانگر تاثیر بسیار معنی‌دار ($P=0.01$) شوری بر FGP، GR و GU می‌باشد. با این حال، مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که میزان تاثیر شوری بر این سه جزء یکسان نبوده است. در پتانسیل اسمزی -0.4 - مگاپاسکال کاهش معنی‌داری در FGP و GU نسبت به شاهد رخ نداد در حالی که GR به طور معنی‌داری کاهش یافت. با

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس واکنش اجزای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام کلزا به تنش شوری

منبع تغییر	سرعت جوانه زنی (GR)	درصد نهایی جوانه زنی (FGP)	یکنواختی جوانه زنی طول گیاهچه (GU)	طول ساقه‌چه / طول ریشه چه (R:S)
شوری	**	**	**	**
رقم	**	**	**	NS
شوری. رقم	**	**	**	NS

* و ** به ترتیب تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد NS: عدم تاثیر معنی‌دار

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح شوری بر اجزای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در ارقام کلزا

شوری (مگاپاسکال)	سرعت جوانه زنی (1/ t 50)	درصد نهایی جوانه زنی (درصد)	یکنواختی جوانه زنی طول گیاهچه (ساعت)	طول ساقه‌چه / طول ریشه چه (میلی متر)
۰/۰ (شاهد)	۰/۴۸a	۹۴/۶a	۲۴/۴b	۱/۱۸a
-۰/۴	۰/۴۱b	۹۲/۸a	۲۷/۱b	۰/۹۹b
-۰/۸	۰/۳۴c	۹۰/۲b	۳۳/۹a	۰/۶۵c

* در هر ستون اختلاف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اجزای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در ارقام کلزا

رقم	سرعت جوانه زنی (1/ t 50)	درصد نهایی جوانه زنی (درصد)	یکنواختی جوانه زنی (ساعت)	طول گیاهچه (میلی متر)	طول ساقه‌چه / طول ریشه چه
کبریا x آدلبو.	۰/۳۵d	۸۹/۶b	۳۴/۷a	۱۰۷a	۰/۹۶a
طلایه	۰/۴۳b	۹۰/۱b	۳۷/۵a	۱۰۳a	۰/۹۲a
سرز	۰/۴۷a	۹۴/۸a	۲۲/۷bc	۹۲a	۰/۹۰a
رجنت	۰/۴۲b	۹۴/۲a	۲۰/۴c	۹۷a	۰/۸۸a
بی‌اف. ۷۰۴۵/۹۱	۰/۴۰c	۹۳/۹a	۲۷/۹b	۹۴a	۰/۹۹a

* در هر ستون اختلاف میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نمی‌باشد.

توسط سایر محققین نیز گزارش شده است. شکاری و همکاران (۳۷۷) و مانزوترمات (۱۹۸۶) اظهار داشتند شوری رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه را کاهش می‌دهد و با افزایش شوری بر میزان این کاهش افزوده می‌شود. بر خلاف نتیجه به دست آمده در این آزمایش، مانزوترمات (۱۹۸۶) و شکاری و همکاران (۱۳۷۷) افزایش R:S تحت تاثیر شوری را گزارش کرده‌اند. در

میانگین طول گیاهچه و R:S در دو سطح شوری -۰/۴ و -۰/۸ مگاپاسکال به طور معنی‌داری کمتر از شاهد، و R:S در پتانسیل اسمزی -۰/۸ مگاپاسکال کمتر از پتانسیل اسمزی -۰/۴ مگاپاسکال بود. کاهش معنی‌دار R:S تحت تاثیر شوری را می‌توان به تاثیر بیشتر شوری بر رشد ریشه‌چه در مقایسه با رشد ساقه‌چه نسبت داد. بازدارندگی شوری بر رشد گیاهچه

و همکاران (۱۹۹۵) اظهار داشتند که تحمل گیاه به تنش شوری در مراحل پس از جوانه‌زنی به توانایی آنها برای تجمع و ذخیره مقادیر زیاد یونهای Na و Cl در واکوئل - به طوری که متابولیسم سلولی تحت تاثیر سمیت Na و Cl قرار نگیرد - بستگی دارد.

مطالعه النعیمی و همکاران (۱۹۹۲) از میان ۲۲ رقم مورد آزمایش نسبت R:S در بیشتر ارقام تحت تاثیر شوری افزایش یافت. در بعضی از ارقام این نسبت تحت تاثیر شوری قرار نگرفت و در تعدادی از ارقام مورد مطالعه در شرایط شوری این نسبت کاهش یافت. در این رابطه وحید و همکاران (۱۹۹۷) و رجیانی

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های سرعت جوانه‌زنی، حداکثر جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی ارقام کلزا در سه سطح شوری

رقم	شوری	سرعت جوانه زنی	حداکثر جوانه زنی	یکنواختی جوانه زنی
	(مگا پاسکال)	(1/۱۵۰)	(درصد)	(ساعت)
کیرا×آ.دبلیو.	(شاهد)	۰/۴۱	۹۵/۴	۳۳/۱
	-۰/۴	۰/۳۸	۸۸/۵	۳۴/۸
	-۰/۸	۰/۲۷	۸۴/۸	۴۶/۴
طلایه	(شاهد)	۰/۵۱	۹۰/۹	۳۴/۷
	-۰/۴	۰/۴۰	۹۰/۲	۳۹/۰
	-۰/۸	۰/۳۶	۸۸/۷	۳۹/۳
سرز	(شاهد)	۰/۵۸	۹۵/۵	۲۸/۰
	-۰/۴	۰/۴۳	۹۵/۱	۲۸/۷
	-۰/۸	۰/۳۹	۹۳/۶	۳۱/۵
رجنت	(شاهد)	۰/۴۶	۹۵/۴	۱۸/۱
	-۰/۴	۰/۴۱	۹۵/۰	۱۹/۴
	-۰/۸	۰/۳۷	۹۲/۵	۲۳/۱
بی اف. ۷۰۴۵/۹۱.	(شاهد)	۰/۴۴	۹۵/۹	۲۳/۳
	-۰/۴	۰/۴۲	۹۵/۹	۱۷/۶
	-۰/۸	۰/۳۳	۹۰/۰	۲۲/۷
	LSD(0.05)	۰/۰۱	۱/۰۵	۲/۳۸
	HSD(0.05)	۰/۰۲	۱/۷۷	۴/۰۰

به این نکته مهم نیز توجه نمود که در شرایط عدم تنش شوری (شاهد) FGP چهار رقم از پنج رقم مورد آزمایش از دیدگاه آماری یکسان بوده و فقط FGP رقم طلایه با سایر ارقام اختلاف معنی‌دار داشته است در حالی که در این شرایط (عدم تنش) GR کلیه ارقام کلزای مورد آزمایش از نظر آماری متفاوت بود. همچنین، با افزایش سطح شوری زمان لازم برای رسیدن جوانه‌زنی از ۱۰ به ۹۰ درصد در ارقام مورد آزمایش به طور متفاوتی افزایش پیدا کرد. با این حال، بیشترین افزایش زمان در هر دو سطح شوری ۰/۴- و ۰/۸- مگاپاسکال (به ترتیب ۵/۷ و ۱۹/۴ ساعت) مربوط به رقم سرز بود. گفتنی است یافته‌های فلاورز و همکاران (۱۹۷۷)، گرین وی و مانز (۱۹۸۰) و رجیانی و همکاران (۱۹۹۵) نیز بر اختلاف تحمل ارقام به تنش شوری دلالت دارد. برای مثال، در آزمایش رجیانی و همکاران (۱۹۹۵) میزان رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به شاهد در غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار کلرور سدیم در حساس‌ترین رقم مورد آزمایش به ترتیب ۹۰ و ۶۷ درصد و در متحمل‌ترین رقم فقط ۵۷ و ۴۹ درصد برآورد گردید. همین‌طور، در آزمایش رحمان و همکاران (۱۹۹۶)، از بین ده گونه مورد آزمایش فقط بذور گونه *Acacia tortilis* در بیشترین غلظت کلرور سدیم (۴۰۰ مول بر متر مکعب) جوانه زدند.

در شرایط عدم تنش (شاهد) نیز اختلاف قابل توجهی بین GU ارقام کلزای مورد آزمایش وجود داشته و زمان لازم برای رسیدن جوانه‌زنی از ۱۰ به ۹۰ درصد در این شرایط از ۱۸/۱ ساعت (در رقم رجنت) تا ۳۴/۷ ساعت (در رقم طلایه) متغیر بود.

بر اساس یافته‌های این آزمایش به نظر می‌رسد در به نژادی ارقام کلزا در جهت افزایش مقاومت به شوری در مرحله جوانه‌زنی، بیش از هر چیز بایستی تقویت تحمل سرعت جوانه‌زنی به شوری و به دنبال آن، به ترتیب یکنواختی جوانه‌زنی و درصد نهایی جوانه‌زنی مورد توجه قرار گیرد. همچنین با توجه به اینکه تاثیر شوری بر جوانه‌زنی بذر به آسیب دیدن غشاهای سلولی، بوژه غشای سیتوپلاسمی، و افزایش تراوایی غشاهای دلیل جایگزینی Ca^{2+} به وسیله Na^{+} و به دنبال آن، تلفات K^{+} بذر نسبت داده شده است و دلیل اصلی اختلاف عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها به تنش شوری اختلاف تلفات K^{+} در شرایط شوری

بر مبنای نتایج تجزیه واریانس اختلاف بسیار معنی‌داری ($P=0.01$) بین GR، GU و FGP ارقام مورد استفاده در این آزمایش وجود داشت. همچنین، این نتایج بر عدم اختلاف معنی‌دار طول گیاهچه و R:S این ارقام دلالت دارند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان می‌دهد که بین سه رقم سرز، رجنت و پی‌اف ۷۰۴۵/۹۱ از نظر FGP اختلاف معنی‌داری وجود نداشته و FGP در این ارقام به طور معنی‌داری بیش از دو رقم کبرا × آ. دبلیو. و طلایه می‌باشد. از این نظر، بین دو رقم اخیر اختلاف معنی‌داری دیده نمی‌شود. در بین ارقام کلزای مورد آزمایش همانند FGP، بیشترین و کمترین GR به ترتیب مربوط به ارقام سرز و کبرا × آ. دبلیو. بود.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، GR در دو رقم رجنت و طلایه از دیدگاه آماری یکسان بوده است در حالی که سه ژنوتیپ دیگر با هم و با این دو ژنوتیپ از نظر GR تفاوت معنی‌داری داشتند. از دیدگاه آماری میانگین GU در ارقام طلایه و کبرا × آ. دبلیو. رجنت و سرز و همچنین سرز و پی‌اف ۷۰۴۹۵/۱ مشابه بوده است. به هر حال، ارقام رجنت و طلایه به ترتیب بیشترین و کمترین GU را به نمایش گذاشتند (جدول ۳). چنانکه در جدول ۳ مشاهده می‌شود زمان لازم برای رسیدن میزان جوانه‌زنی از ۱۰ به ۹۰ درصد در این دو رقم به ترتیب ۲۰/۴ و ۳۷/۵ ساعت بوده است. با توجه به عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام از نظر طول گیاهچه و R:S از ذکر توضیح نتایج مقایسه میانگین‌های مربوطه اجتناب می‌شود.

نتایج تجزیه واریانس گویای آن است که بین دو فاکتور آزمایش (رقم و شوری) اثر متقابل معنی‌داری از نظر GR ($P=0.01$)، GU ($P=0.01$) و FGP ($P=0.05$) وجود داشته است در حالی که این اثرات متقابل در مورد طول گیاهچه و R:S از دیدگاه آماری معنی‌دار نبوده است (جدول ۱). اطلاعات جدول ۴ که مربوط به تاثیر سطوح شوری بر GR، GU و FGP هر یک از ارقام مورد آزمایش است نشان می‌دهد که اگر چه در کلیه ارقام مورد آزمایش، افزایش سطح شوری کاهش اجزای جوانه‌زنی را در پی داشته است ولی میزان کاهش بسته به رقم و جزء متفاوت بوده است. بیشترین کاهش FGP نسبت به شاهد در سطوح شوری ۰/۴- مگاپاسکال (۷/۲٪) و ۰/۸- مگاپاسکال (۱۱/۰٪) در ژنوتیپ کبرا × آ. دبلیو اتفاق افتاد. البته بایستی

ذکر گردیده (۲۷) به نظر می‌رسد انجام آزمایش‌های کاملتر مشتمل بر اندازه‌گیری تغییرات کاتیونهای یاد شده در بذر، گیاهچه و محیط جوانه‌زنی برای شناخت دقیق علل اختلاف عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها به تنش شوری ضروری باشد. همین‌طور، انجام آزمایش‌هایی برای پی‌بردن به دلایل اختلاف تحمل اجزای جوانه‌زنی و گیاهچه به تنش شوری بسیار سودمند خواهد بود.

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. آروین، م. ج. ۱۳۷۷ الف. واکنش شش رقم سیب‌زمینی به کلرور سدیم و سولفات کلسیم در شرایط *in vitro* چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۲. آروین، م. ج. ۱۳۷۷ ب. اثر شوری و خشکی بر روی رشد و نمو ۸ رقم جو (*Hordeum vulgare*). چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۳. امین‌پور، ر. و م. جعفر آقایی. ۱۳۷۷. بررسی اثر تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی ارقام یونجه. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۴. رحیمی تنها، ح.، مجیدی، ا. و م. شهبازی. ۱۳۷۷. ارزیابی اثر شاخص‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی بر مقاومت به تنش شوری در سورگوم علوفه‌ای. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج.
۵. شکاری، ف.، رحیم‌زاده خوئی، ف.، ولیزاده، م.، آلیاری، ه. و م. ر. شکیبیا. ۱۳۷۷. اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی ۱۸ رقم کلزا. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج.
6. Allen . S. G, A. K. Dobrenz, and P. G. Bartels. 1986. Physiological response of salt tolerant and non-tolerant alfalfa to salinity during germination. *Crop Sci.* 26: 1004-1008.
7. Al- Niemi, T. S., W. F. Campbell, and M. Rnmbaugh. 1992. Response of alfalfa cultivars to salinity during germination and post – germination growth. *Crop Sci.* 32: 976-980.
8. Bewley, J. D. and M. Black. 1982. *Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination.* Vol. 2, Springer – Verlag. Berlin.
9. Catalan, I., Z. Balzarini, E. Talesnik, R. Sereno, and U. Karlin. 1994. Effect of salinity on germination and seedling growth of *Prosopis flexuosa* (D. C). *Forest ecology and management*, 63: 347-357.
10. Cramer, G., G. J. Alberico and C. Schmidt. 1994. Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. *Aust. J. Plant Physiol.* 21: 675-692.
11. De, R. and R. K. Kar. 1995. Seed germination and seedling growth of mungbean (*Vigna radiata*) under water stress induced by PEG – 6000. *Seed Sci. and Technol.* 23: 301-308.
12. Falleri, E. 1994. Effect of water stress on germination in six provenances of *Pinus pinaster* Ait. *Seed Sci. and Technol.*, 22: 591-599.
13. Flowers, T. J., P. F. Troke and A. R. Yeo. 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 28: 89-121.
14. Gan, Y, E. H. Stobbe and C. Njue. 1996. Evaluation of selected nonlinear regression models in quantifying seedling emergence rate of spring wheat. *Crop Sci.* 36: 165-168.
15. Greenway, H. and R. Munns. 1980. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31: 149-190.
16. Guerrier, G. 1986. Tolerance for NaCl during germination of seeds' capacity to accumulating K^+ and Ca^{2+} in a salt sensitive (tomato) and a tolerance one (cabbage). *Seed Sci. and Technol.* 14: 15-31.
17. Kingsbury, R. W., E. Epstein and R. W. Percy. 1984. Physiological responses to salinity in selected lines of wheat. *Plant Physiol.* 74: 417-423.
18. Leopold, A. C., and R. P. Willing, 1984. Evidence for toxicity effects of salt on membrane. *In Salinity tolerance in plants.* (eds, R. C. Staples and G. H. Toenniessen), pp. 67-76, John Wiley and Sons, New York.
19. Mansour, M. M. F. 1994. Changes in growth, osmotic potential and cell permeability of wheat cultivars under salt stress. *Biologia Plantarum.* 36: 429-434.
20. Mayer, A. M. and A. Poljakoff – Mayber. 1989. *The germination of seeds*, 4th ed. Pergamon Press, Oxford.

21. Misra, N. and U.N. Dwivedi. 1995. Carbohydrate metabolism during seed germination and seedling growth in green gram under saline stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 33: 33-40.
22. Munns, R. and A. Termaat. 1986. Whole – plant responses to salinity. *Aust. J. Plant Physiol.* 13: 143-160.
23. Perez – Alfocea, F.M. T., M. Estan Caro and M. C. Bolarin, 1993. Responses of tomato cultivars to salinity, *Plant and Soil*, 69: 25-31.
24. Pearson, G. A., A. D. Ayers and D. L. Ebrehard. 1966. Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development. *Soil Sci.* 102: 151-156.
25. Poljakoff- mayber, A., G. F. Somers, E. Werker and J. I. Gallagher. 1994. Seeds of *Kosteletzkya virginica* (Malvaceae), their structure, germination and salt tolerance. *American J. Bot.*, 81: 54-59.
26. Reggiani, R., S. Bozo and A. Bertani. 1995. Effect of salinity on early seedling growth of seeds of three wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Can. J. Plant Sci.*, 75: 175-177.
27. Rehman, S., P. J. C. Harris, W. F. Bourne and J. Wikin. 1996. The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of *Acacia* seeds. *Seed Sci. and Technol.* 25: 45-57.
28. Rogers, M. E., C. L. Noble, G. M. halloram and E. Nicolas. 1995. The effect of NaCl on the germination and early seedling growth of white clover (*Trifolium repens* L.) populations selected for high and low salinity tolerance. *Seed Sci and Technol.* 23: 277-287.
29. Szaboles, I. 1994. Soils and salinization. *In Handbook of plant and crop stress.* (ed. M. Pessarakli), pp. 1-12, Marcel Dekker, New York.
30. Torres – Schuman. S., J. A. Goody, J. A. Pintor- Toro and G. Garcia. 1989. NaCl effects on tomato seed germination, cell activity and ion allocation. *J. Plant Physiol.* 136: 228-232.
31. Wahid, A., E. Rasul and A. R. Rao. 1997. Germination responses of sensitive and tolerant sugarcane lines to sodium chloride. *Seed Sci. and Technol.* 25: 467-470.

Response of Germination Components to Salinity Stress in Oilseed Rape (*Brassica napus* L.)

E. ZEINALI¹, A. SOLTANI² AND S. GALESHI³

1, 2, 3, Instructor and Assistant Professors, Department of Agronomy,
Gorgan University of Agricultural Sciences, Gorgan, Iran

Accepted Nov. 14, 2001

SUMMARY

Germination rate (GR), final germination percentage (FGP), germination uniformity (GU) and heterotrophic seedling growth are important components in the germination process in crops. It is likely that sensitivity of these components varies according to environmental stresses, including salinity. Furthermore, for breeding purposes and in order to increase salinity resistance in germination stage, knowledge of relative sensitivity of germination components as well as identification of the most sensitive component is necessary. Hence, this study was conducted to examine the responses and relative sensitivity of germination components of oilseed rape (*Brassica napus* L.) to salinity. The experiment was conducted in petri – dishes using a factorial arrangement in a completely randomized design with 5 replications. Experimental factors were NaCl salinity at three levels (0, -0.4 and -0.8 MPa) and a number of five oilseed rape cultivars (Talaie, Ceres, Regent, Cobra× W. A and PF 7045.91). Results showed that salinity has a significant effect on Gr, GU, FGP as well as seedling length and root / shoot ratio (R: S), but these components were affected by varying degrees. FGP and GR were the most tolerant and sensitive components, respectively. Root growth was more sensitive than shoot growth. Also, significant cultivars × salinity interactions were found for GR, FGP and GU, but not in the case of seedling growth. In control, the highest GR (0.58) was observed for Ceres, while the lowest decrease in GR, relative to control (19.6%), in high salinity treatment (-0.8 MPa) was observed for Regent. The lowest decline in GR relative to control in medium salinity (-0.4 MPa) was observed for the case of PF 7045.91.

Key words: Oilseed rape, Cultivar, Salinity, Germination, Seedling, Sodium chloride