

بررسی اثرات تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی ۶ رقم کلزا (*Brassica napus* L.)

بابک عندلیبی^۱، اسماعیل زنگانی^۲ و علی حق نظری^۳
۱، ۲، ۳، مربی، کارشناس ارشد و استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۴/۱۷

خلاصه

تنش‌های محیطی بویژه تنش خشکی از مهمترین عوامل کاهش و اختلال در مراحل مختلف رشد و نمو گیاهی بخصوص جوانه‌زنی در مناطق خشک و نیمه خشک ایران است. کلزا از دانه‌های روغنی با ارزش بوده و یافتن ارقامی که بتوانند تنش خشکی را در مرحله جوانه‌زنی بهتر تحمل کنند، در افزایش تعداد گیاهچه‌های سبز شده و عملکرد مؤثر خواهد بود. بدین منظور آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط آزمایشگاه به اجرا در آمد. در این آزمایش از ۶ رقم کلزا (طلایه، اکاپی، اس.ال.ام. ریجنت × کبری، الیت و ابونیت) و سه تیمار خشکی (آب مقطر، ۹- و ۱۵- بار) استفاده گردید. نتایج حاصله نشان داد که تأثیر بسیار معنی‌داری بین ارقام، سطوح تنش و اثر متقابل آنها بجز اثر متقابل میزان (نرخ) جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی وجود دارد. با افزایش سطوح خشکی در کلیه صفات روند کاهشی مشاهده شد، ولی این کاهش در ارقام و صفات مختلف متفاوت بود. براساس نتایج آزمایش، سرعت جوانه‌زنی حساس‌ترین صفت به تنش خشکی بود. همچنین مشخص شد در ارقام متحمل تا سطح ۹- بار بیشتر صفات کاهش معنی‌داری نداشتند. متحمل‌ترین رقم در سطوح خشکی رقم حاصل از تلاقی ریجنت × کبری بود. هرچند که رقم اس.ال.ام در سطح ۹- بار بیشترین درصد جوانه‌زنی را داشت. حساس‌ترین رقم نیز از نظر کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی رقم ابونیت بود. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد، در شرایطی که احتمال تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی وجود دارد، بهتر است از بذور حساس به تنش استفاده نگردد. و نیز به کیفیت بذر در شرایط تنش توجه شود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، میزان جوانه‌زنی، تنش خشکی، پتانسیل اسمزی، پلی‌اتیلن‌گلیکول

مقدمه

در بین دانه‌های روغنی، کلزا بدلائل متعددی از اولویت خاصی برخوردار بوده و با توجه به نیاز مبرم کشور به تولید دانه‌های روغنی و روغن‌های گیاهی، سطح زیرکشت آن در حال افزایش می‌باشد. با توجه به اینکه ایران کشوری خشک و نیمه‌خشک است و محدودیت آب آبیاری و بارندگی و پراکنش نامنظم آن (بخصوص در مناطق دیم) در اکثر نواحی وجود دارد، تنش‌ها از جمله تنش خشکی از مهمترین عواملی است که در اکثر مراحل رشد گیاهان زراعی، تأثیر گذاشته و دستیابی به

نتیجه مطلوب را دشوار می‌سازد. جوانه‌زنی مرحله مهمی از چرخه زندگی گیاهان در محیط‌های خشک می‌باشد، زیرا جوانه زنی از نظر تعداد گیاه سبز شده در واحد سطح برای تولید تعیین کننده می‌باشد (۲، ۱۲). بنابراین ارقامی از کلزا که مقاوم به خشکی در مرحله جوانه‌زنی می‌باشند از نظر تولیدات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک اهمیت زیادی دارند، بدلیل اینکه بذور کلزا ریز بوده و نیاز به بستر بذر مناسب جهت جذب آب و جوانه‌زنی می‌باشند و گزینش ارقام مقاوم از این حیث می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد (۱۴). تنش‌های آبی

هدف از این تحقیق بررسی و مطالعه صفات و شاخص‌های مربوط به جوانه‌زنی ارقام کلزا تحت شرایط تنش خشکی و شناسایی ارقام متحمل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پژوهشکده کشاورزی وابسته به دانشگاه زنجان در سال ۱۳۸۱ انجام گردید. در این آزمایش ۶ رقم کلزا بنام‌های طلایه، اکایی، اس.ال.ام (۰۴۶)، ریجنت×کبری، الیت و ابونیت با سه تیمار خشکی شامل آب مقطر، ۹- و ۱۵- بار در یک آزمایش فاکتوریل با طرح پایه تصادفی با سه تکرار بکار گرفته شد. ارقام کلزای مذکور از ارقام دو صفر و پایزه بوده و چهار رقم اولیه بیشترین سازگاری و سطح زیرکشت را در استان زنجان بخود اختصاص داده‌اند، در صورتیکه دو رقم آخری جزو ارقام جدید وارداتی می‌باشند.

بذور بعد از ضدعفونی سطحی با هیپوکلریت سدیم ۰.۵٪ و شستشو با آب مقطر در داخل ظروف پتری شیشه‌ای بر روی کاغذ صافی قرار داده شدند. در داخل هر پتری ۵۰ عدد بذر قرار گرفت و بذور بمدت ۸ روز در دمای ۲۳ درجه سانتیگراد در انکوباتور قرار داده شدند (۸). جهت ایجاد پتانسیل اسمزی از محلولهای پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ پس از تهیه و آماده‌سازی در دو سطح ۹- و ۱۵- بار استفاده گردید (۶، ۱۱). در طی آزمایش، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی و نرخ یا میزان جوانه‌زنی اندازه‌گیری شد (۵، ۹، ۱۴). شمارش بذور جوانه زده بصورت روزانه در ساعتی معین انجام شد. میانگین زمان جوانه‌زنی از رابطه مجموع $D \times N$ بر مجموع N بدست آمد که در آن N ، تعداد بذورهای جوانه‌زده در روز D و \underline{D} ؛ تعداد روزهایی که از آغاز دوره آزمون جوانه‌زنی گذشته است (۱۴). نرخ جوانه‌زنی از عکس رابطه میانگین زمان جوانه‌زنی محاسبه گردید. سرعت جوانه‌زنی از رابطه:

$$GI^8 = (1 \times n_1) + \dots + (\lambda \times n_\lambda)$$

و ضریب سرعت جوانه‌زنی نیز از رابطه زیر بدست آمد.

$$C.V.G^9 = n_1 + n_2 + \dots + n_x / (n_1 t_1 + \dots + n_x t_x) \times 100$$

که در آن، t زمان برحسب روز می‌باشد.

می‌توانند هم در کاهش سرعت جوانه‌زنی و هم در روی خود درصد جوانه‌زنی تأثیر بگذارند (۴) و عکس‌العمل بذور گیاهان و حتی گونه‌های مربوط به یک گیاه به این گونه تنش‌ها می‌تواند دامنه وسیعی را در برگیرد.

قابلیت دسترسی بذر به آب با افزایش نیروهای اسمزی و ماتریک کاهش می‌یابد. تنشهای بیشتر از ۰/۳۸- مگاپاسکال باعث کاهش جذب آب در بذور ماش و نخود می‌شود (۴، ۶). در تنشهای بیشتر از ۲- مگاپاسکال اکثر بذرها قادر به جذب آب کافی برای آغاز رشد جنینی نیستند (۱۰). دی و کار (۱۹۹۵) با آزمایش خود بر روی ماش (*Vigna radita*) نتیجه گرفتند که در اثر تنش خشکی، کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. بدلیل اینکه سرعت جذب اولیه آب توسط بذر کاهش می‌یابد. بین ارقام مختلف کلزا اختلاف زیادی در حداقل رطوبت لازم جهت جوانه‌زنی دیده می‌شود، و بذوری که بتوانند در شرایط تنش، جوانه‌زنی قابل قبولی داشته باشند، در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ارزش زیادی خواهند داشت؛ بطور کلی با افزایش پتانسیل اسمزی، کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (۱۲). شکاری و همکاران (۱۳۷۷) در بررسی واکنش سه رقم لوبیا به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی نتیجه گرفتند که با افزایش پتانسیل اسمزی محلول تمام صفات مورد مطالعه کاهش می‌یابد، ولی این کاهش تا پتانسیل ۵- بار چندان محسوس نبود. رامباخ و فندری (۱۹۹۰) مشاهده کردند که جوانه‌زنی بعد از ۷ روز در بذور یونجه به میزان ۵۰ درصد در محیطهای ۰/۵۸- مگاپاسکال کاهش یافت. آنها نتیجه گرفتند که بین بعضی از ارقام، تحمل به خشکی و شوری در پتانسیل‌های بالای اسمزی وجود دارد. فالری (۱۹۹۴) در آزمایش تنش خشکی بر ژنوتیپ‌های نوعی کاج (*Pinus pinaster Ait*) نتیجه گرفت که حداقل تنش لازم برای کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی ۶- بار می‌باشد. کیفیت بذر نیز عامل مهمی است که در انتخاب بذور مقاوم، اهمیت داشته و بطور کلی بیشتر شاخص‌ها و صفات جوانه‌زنی تحت تأثیر کیفیت بذر قرار دارند (۱۰) چنانچه ظاهراً حداقل نیاز رطوبتی بذر برای جوانه‌زنی، ارتباطی با حداقل رطوبت خاک که برای جوانه زنی مورد نیاز است ندارد ولی بیشتر به ترکیب بذر بستگی دارد (۴، ۱۰).

مورد تنش شوری در ارقام کلزا بدست آوردند. با افزایش تنش خشکی درصد جوانه‌زنی نیز بدلیل کند شدن سرعت جذب اولیه آب کاهش بیشتری خواهد داشت. بطور کلی تأثیر تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی بیشتر از بقیه صفات بوده است.

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اختلاف بسیار معنی‌داری بین شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام مورد آزمایش را نشان داد. مقایسه میانگین‌های صفات جوانه‌زنی (جدول ۳) برای ارقام مختلف نشان می‌دهد که بذور ارقام طلایه، اس.ال.ام و ریجنت × کبری دارای کمیت بهتری برای شاخص‌های جوانه‌زنی می‌باشند، بطوریکه این سه رقم اختلاف معنی‌داری نیز در بیشتر صفات با یکدیگر ندارند. بیشترین تفاوت بین ارقام مربوط به درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی می‌باشد. بطور کلی در بین ارقام مورد آزمایش، رقم ابونیت از نظر صفات جوانه‌زنی، ارزش کمتری داشته و اختلاف معنی‌داری در بیشتر صفات با بقیه ارقام دارد.

با توجه به اینکه ثابت شده، مدت زمان جوانه‌زدن و همچنین سرعت جوانه‌زنی و میزان آن همبستگی زیادی با کیفیت بذر دارد (۱۰، ۱۳)، بنابراین هر چه مدت زمان جوانه‌زدن کمتر باشد و عدد مربوط به نرخ (Rate) بزرگتر باشد، کیفیت بالاتر می‌باشد. آزمایشات مختلفی نیز نشان داده که نرخ جوانه‌زنی می‌تواند نشانگر بسیار خوبی از ویگور با بنیه بذر باشد (۷، ۱۰)، بنابراین ارقام طلایه اس.ال.ام و رقم حاصل از تلاقی ریجنت × کبری از کیفیت بالاتری نسبت به ارقام دیگر برخوردارند (جدول ۳).

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC محاسبه گردید. برای مقایسه میانگین داده‌ها نیز از آزمون LSD استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان دهنده تأثیر بسیار معنی‌دار تنش خشکی بر شاخص‌های جوانه‌زنی می‌باشد. بطور کلی با افزایش تنش خشکی، میانگین زمان جوانه‌زنی افزایش و بقیه صفات روند کاهشی نشان داد و از این نظر تفاوت معنی‌دار بین سطوح تنش وجود دارد (جدول ۲). چنین نتیجه‌ای را شکاری و همکاران (۱۳۷۷) و دی و کار (۱۹۹۵) در آزمایش خود به دست آوردند نتایج حاصله نشان داد که تأثیر تنش خشکی تا سطح ۹- بار بر سرعت جوانه‌زنی بیشتر از درصد جوانه‌زنی می‌باشد، ولی از سطح ۹- بار تا سطح اسمز ۱۵- بار کاهش درصد جوانه‌زنی بیشتر از بقیه صفات بوده است. به عبارت دیگر در مراحل اولیه با وجود کمی رطوبت، جذب آب صورت می‌گیرد و جوانه‌زنی حادث می‌شود اما میزان جوانه‌زنی به دلیل کمبود رطوبت پایین می‌باشد. چنین نتیجه‌ای را عده‌ای از محققین نیز گزارش نموده‌اند که حداقل نیاز رطوبتی بذر برای جوانه‌زنی، ارتباطی با حداقل رطوبت خاک برای جوانه‌زنی ندارد و بیشتر به ترکیب بذر بستگی دارد (۴، ۱۰). از طرف دیگر سرعت جوانه‌زنی بدلیل محدودیت رطوبت کاهش بیشتری خواهد داشت، بطوریکه فالری (۱۹۹۴) نیز در آزمایش تنش خشکی بر بذور نوعی کاج (*Pinus Pinaster Ait*) گزارش نمود که سرعت جوانه‌زنی بیشتر از درصد جوانه‌زنی تحت تنش قرار گرفته است. همین نتیجه را زینلی و همکاران (۱۳۸۱) در

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی ارقام کلزا در سطوح تنش خشکی

منابع تنوع S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات			CV%
		درصد جوانه‌زنی ^(۱)	میانگین زمان جوانه‌زنی	میزان یا نرخ جوانه‌زنی	
رقم (A)	۵	۱۶۷۲/۱۲***	۱۳/۱۸***	۰/۰۳۷***	۳۶۲/۳***
تنش (B)	۲	۵۷۴۱/۷***	۳۱/۵۳***	۰/۰۹۸***	۱۰۲۸/۳***
اثر متقابل (AB)	۱۰	۶۳۹/۵***	۱/۴۳***	۰/۰۰۳ ^{ns}	۲۷/۷ ^{ns}
خطا (E)	۳۶	۵۰/۹	۰/۴۸	۰/۰۰۲	۱۷/۲
		۱۳/۷	۱۵/۷	۱۵	۱۶/۱
				۲۱/۴	

*** و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۰۱ و ۰/۰۱؛ ns غیر معنی‌دار

۱- تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی برحسب داده‌های تبدیل شده صورت گرفته است.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح خشکی برای صفات مورد سنجش در ارقام کلزا

سطح خشکی (پاسکال یا بار)	درصد جوانه‌زنی (درصد)	متوسط زمان جوانه‌زنی(روز)	سرعت جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی(درصد)	نرخ جوانه‌زنی (میزان) روز/۱
./ شاهد	۸۵/۶۵ a	۳/۱۸ c	۲۴۲/۶۷ a	۳۳/۳ a	۰/۳۳ a
۹-	۷۳/۶۸ b	۴/۲۷ b	۱۷۳/۱۷ b	۲۵/۶ b	۰/۲۶ b
۱۵-	۲۱/۳۶ c	۵/۸۱ a	۵۹/۳۹ c	۱۸/۲ c	۰/۱۹ c

*در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف غیر مشابه هستند بر مبنای آزمون LSD دارای اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات مربوط به جوانه‌زنی در ارقام کلزا

رقم	درصد جوانه‌زنی (درصد)	متوسط زمان جوانه‌زنی(روز)	سرعت جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی(درصد)	نرخ جوانه‌زنی (میزان) روز/۱
طلایه	۷۷/۷ a	۳/۱ c	۲۲۴/۹ a	۳۳/۹ a	۰/۳۴ a
اکاپی	۶۴/۸ b	۴/۷ b	۱۴۸/۱ b	۲۳/۰۰ c	۰/۲۳ b
اس.ال.ام	۷۳/۶ a	۳/۵ c	۱۹۶/۶ a	۲۹/۴ b	۰/۳ a
ریجنت × کبری	۷۶/۱ a	۳/۶ c	۲۱۰/۳ a	۳۰/۲ ab	۰/۳۱ a
الیت	۴۸/۷ c	۵/۷ a	۱۱۱/۳ c	۱۹/۶ cd	۰/۲ bc
ابونیت	۲۲/۸ d	۷/۹ a	۵۹/۲ d	۱۸/۲ d	۰/۱۸ c

* در هر ستون اختلاف میانگین‌هایی که دارای حروف غیرمشابه هستند بر مبنای آزمون LSD در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشند.

دلالت دارد. نتایج آزمایش نشان داد که در رقم اس.ال.ام درصد جوانه‌زنی در سطح اسمزی ۹- بار بیشتر از شاهد می‌باشد، بطوریکه اختلاف معنی‌داری با آن دارد (جدول ۴). لازم به ذکر است که این نتیجه در هر دو بار آزمایش در مورد این رقم بدست آمده است. بنابراین به نظر می‌رسد که در این رقم در سطح شاهد، ابتدا سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی بیشتر بوده ولی با گذشت زمان کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند ناشی از کمبود اکسیژن باشد. معمولاً سطح اکسیژن اطراف بذر روی جذب آب مورد نیاز تأثیر نداشته ولی بر رشد بعدی تأثیر می‌گذارد (۴، ۱۳) بطوریکه افزایش آب در اطراف بذر ممکن است مانعی برای انتشار اکسیژن باشد. بنابراین با افزایش تعداد روزهای جوانه‌زنی در بذور ارقام حساس به رطوبت، تحریک جوانه‌زنی کاهش یافته و به عبارت دیگر در این حالت تنش آب ماندگی بیشتر از تنش خشکی در کاهش جوانه‌زنی مؤثر خواهد بود، بطوریکه این مورد در بذور حساس اس.ال.ام مشاهده گردید. البته در سطح اسمزی ۹- بار میزان رشد ریشه چه و

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که بین دو فاکتور آزمایش (رقم و خشکی) اثر متقابل معنی‌داری از نظر درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی وجود دارد، در حالی که اثر متقابل ضریب جوانه‌زنی و میزان جوانه‌زنی معنی‌دار نبود.

البته این کاهش در بین ارقام مختلف متفاوت می‌باشد، بطوریکه در ارقام متحمل به تنش خشکی، تا سطح اسمزی ۹- بار اختلاف معنی‌داری با شاهد مشاهده نمی‌شود (جدول ۴). ارقام متحمل به تنش ارقامی هستند که با وجود داشتن میانگین‌های بالا برای شاخص‌های جوانه‌زنی با افزایش سطح خشکی، کاهش معنی‌داری نیز برای این صفات نداشته باشند، بنابراین همانطوریکه ملاحظه می‌گردد (جدول ۴) رقم ریجنت × کبری و پس از آن ارقام طلایه و اس.ال.ام در سطوح خشکی، ارقام متحمل‌تری به شمار می‌آیند. لازم به ذکر است که یافته‌های شکاری و همکاران (۱۳۷۷)، دی و کار (۱۹۹۵) و فالری (۱۹۹۴) نیز بر اختلاف تحمل ارقام به تنش خشکی

نتایج این آزمایش مشخص کرد که در شرایط تنش خشکی، سرعت جوانه‌زنی کاهش بیشتری نسبت به بقیه صفات دارد و با توجه به اینکه سرعت جوانه‌زنی در کیفیت بذر و یکنواختی جوانه‌زنی تأثیر دارد بنابراین در به نژادی ارقام کلزا در جهت ایجاد تحمل بیشتر به این مطلب بایستی توجه نمود. همچنین بدلیل اینکه کیفیت بذر در واکنش بذر نسبت به سطوح تنش خشکی مؤثر می‌باشد این مورد را نیز در انتخاب ارقام مقاوم بایستی مدنظر قرار داد.

سپاسگزاری

بدینوسیله از پژوهشکده کشاورزی وابسته به دانشگاه زنجان که امکان اجرای این طرح را فراهم آوردند، بخصوص از جناب آقای دکتر علی حق‌نظری مسؤول محترم پژوهشکده تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از آقای دکتر فرید شکاری بخاطر راهنمایی‌هایشان سپاسگزاری می‌کنیم.

ساقه چه نسبت به سطح شاهد بسیار محدود و پایین بود، بنابراین بدلیل تأثیر تنش خشکی بر رشد بعدی، شاید نتوان این رقم را جزو ارقام متحمل به حساب آورد. همچنین سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی تفاوت معنی‌دار در این دو سطح (شاهد و ۹- بار) نداشته است. چنین نتیجه‌ای را رامباخ و فندری (۱۹۹۰) با آزمایشی که بر روی ارقام یونجه انجام دادند، بدست آوردند، بطوریکه در سطوح بالای شوری در بعضی از ارقام، جوانه‌زنی بیشتر از شاهد بوده است.

در مورد بذر البت و ابونیت، همانطوریکه نتایج آزمایش نشان داد با افزایش تنش خشکی، در کلیه شاخص‌های جوانه‌زنی کاهش معنی‌داری صورت می‌گیرد، بنابراین می‌توان گفت که در شرایط دیم و نیز در شرایطی که احتمال تنش خشکی در مراحل جوانه‌زنی وجود دارد، بهتر است از این بذور استفاده نگردد، به دلیل اینکه این ارقام معمولاً به تنش خشکی حساس می‌باشند.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی ارقام کلزا در سه سطح اسمزی

رقم	درصد جوانه‌زنی (درصد)			سرعت جوانه‌زنی			میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)		
	شاهد	۹- (بار)	۱۵- (بار)	شاهد	۹- (بار)	۱۵- (بار)	شاهد	۹- (بار)	۱۵- (بار)
طلایه	۹۰/۶ abc	۸۷/۴ bc	۴۸/۶ f	۳۰۴/۳ a	۲۵۲/۳ ab	۱۱۸/۰ cd	۲/۴ f	۳/۲ ef	۳/۷ de
اکایی	۹۸/۷ a	۷۷/۹ cde	۷/۲ gh	۲۸۰/۳ ab	۱۵۱ c	۱۳/۰ f	۳/۲ ef	۵/۲ bc	۵/۸ b
اس.ال.ام	۸۲ bcd	۹۸ a	۳۶ gf	۲۴۸/۷ ab	۲۵۲/۳ ab	۸۸/۷ de	۲/۹ ef	۳/۲ ef	۴/۵ cd
ریجنت × کبری	۸۳/۹ bcd	۷۸/۷ cde	۶۴/۲ ef	۲۵۹/۳ ab	۲۴۰/۰ b	۱۳۱/۷ cd	۲/۸ ef	۲/۹ ef	۵/۲ bc
الیت	۸۴/۲ bed	۶۸/۹ de	۳/۲ h	۲۲۵/۰ b	۱۰۶/۰ cd	۳/۰۰ f	۳/۵ de	۵/۹ b	۷/۸ a
ابونیت	۶۰/۷ ef	۱۹/۶ g	۲/۱ h	۱۳۸/۳ cd	۳۷/۳ ef	۲/۰۰ f	۴/۴ cd	۵/۳ bc	۸ a

* میانگین‌هایی که در هر ستون و ردیف در هر صفت دارای حروف غیر مشابه می‌باشند اختلاف معنی‌داری بر مبنای آزمون LSD در سطح ۵ درصد دارند.

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

۱. زینلی، ا.، سلطانی و س. گالشی. ۱۳۸۱. واکنش اجزای جوانه‌زنی بذر به تنش شوری در کلزا. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۳. کرج.
۲. شکاری، ف.، ا. بنای خسرقی، ف. شکاری، و م. رحیمی. ۱۳۷۷. واکنش سه رقم لوبیا به تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی. مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج.
۳. شکاری، ف.، ف. رحیم‌زاده‌خوئی، م. ولیزاده، ه. آلیاری و م. ر. شکیب. ۱۳۷۷. اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی ۱۸ رقم کلزا. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج.

۴. کوچکی، ع.، م. ح. راشد محصل، م. نصیری، و ر. صدرآبادی. ۱۳۷۰. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی. انتشارات آستان قدس رضوی. ۴۰۴ صفحه.
5. Benech Arnold, R. R., M. Fenner, & P. Edwards. 1991. Changes in germinability, ABA content and embryonic sensitivity in developing of sorghum bicoler L. moench induced by water stress during grain filling. *New phytol.* 118:339-348.
 6. De, R. & 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.
 7. Falleri, E. 1994. Effect of water stress on germination in six provenances of *pinus pinaster* Ait. *Seed Sci. and Technol.*, 22: 591-599.
 8. ISTA Reports .International Rules for seed Testing. 1985. Rules. Canada.
 9. Jones, K. & D. sanders. 1987. The influence of soaking pepper seed in water or potassium salt solutions on germination at three temperatures. *J. Seed. Tech.* 11:97-102.
 10. Khan. A. A. 1980. The physiology and biochemistry of dormancy and germination. North- Holland. Publishing company, oxford.
 11. Michel, E. & R. kaufmann. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.* Vol.51. 914-916.
 12. Pessaraki, M. 1994. Plant and crop stress. Handbook, Marcel deckker, New York.
 13. Rumbaugh, M.D. & B.M. Pendry. 1990. Germination salt resistance of alfalfa (*Medicago sativa* L.) germplasm in relation to subspecies and centers of diversity. *Plant Soil.* 124: 47 – 51.
 14. Shekari, F, R. khoie, A. Javanshir, H. Alyari, & M. R. Shkiba. 2000. Effect of Sodium chloride salinity on germination of Rapeseed cultivars. *Turkish Journal of Field Crops.* vol 5. Number 1. 21-28 p.

Effects of Water Stress on Germination Indices in Six Rapeseed Cultivars (*Brassica napus* L.)

B. ANDALIBI¹, E. ZANGANI² AND A. HAGH NAZARI³

1, 2, 3, Instructor, Senior Expert in Agronomy and Assistant Professor,
Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

Accepted. July. 7, 2004

SUMMARY

Environmental stresses, such as drought stress can play an important role in disturbing different stages of plant growth, development, and especially seed germination in arid and semiarid regions in Iran. Rapeseed is one of the valuable oilseed crops. Breeding of cultivars which can tolerate drought stress at germination stage, can increase the number of seedlings, resulting in a higher yield of grain in rapeseed. In order to study the effects of water stress on germination indices in rapeseed cultivars, an experiment was conducted in factorial form, using a completely randomized design of three replications. In this experiment, six rapeseed cultivars (Cobra, Okapi, S.L.M 046, Reg.cob, Elite & Ebonite) were evaluated in three levels of drought treatment (distilled water, -9 and -15 bar). Results indicated high significant differences among cultivars, drought stress levels as well as their interactions. However, the interaction between germination rate and coefficient of germination velocity was not significant. In all traits, a significant decrease was observed with increase in stress level. The decrease was different for different cultivars as well as different traits. The results indicated that velocity of germination was the most sensitive trait to drought stress. Traits in tolerant cultivars did not show a significant decline till up to -9 bar. The most tolerant cultivar was Reg.cob, however cultivar S.L.M046 exhibited the highest germination percentage at -9 bar. Considering all germination indices, Ebonite was the most susceptible cultivar. Also, results indicated that under a high risk of drought stress during germination, cultivars with sensitivity to moisture stress should not be planted while attention must also be paid to the quality of seed produced.

Key words: Rapeseed, Germination rate, Drought stress, Osmotic potential, Polyethylene glycol.