

تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد هتروتروفیک گیاهچه ارقام عدس

قربانعلی رسام^{۱*} و علیرضا
دادخواه^۱

۱. استادیار دانشکده کشاورزی و
منابع طبیعی شیروان، دانشگاه
فردوسی مشهد، ایران

چکیده

بروز تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد و عملکرد عدس در کشور محسوب می‌شود. رشد هتروتروفیک گیاهچه را می‌توان حاصل سه جزء وزن اولیه بذر، وزن ذخایر بذری پویا شده و کارایی تبدیل ذخایر بذری پویا شده به بافت گیاهچه در نظر گرفت. با هدف ارزیابی تأثیر تنش خشکی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی و اجزاء رشد هتروتروفیک گیاهچه، تحقیقی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. عوامل مورد بررسی شامل سه رقم گچساران، کیمیا و رباط عدس و پنج سطح خشکی شامل شاهد (آب مقطر)، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار ناشی از پلی اتیلن گلیکول بودند. نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر تمامی ارقام بطور خطی کاهش یافتند و در تیمار ۱۲- بار جوانه‌زنی ارقام به صفر رسید. اگرچه در تمامی سطوح تنش خشکی درصد جوانه‌زنی ارقام اختلاف معنی‌داری نشان نداد ولی به لحاظ بالا بودن سرعت جوانه‌زنی به ترتیب رقم رباط، گچساران و کیمیا از حداکثر سرعت برخوردار بودند. رابطه خطی معکوسی بین سطوح تنش خشکی با پارامترهای رشد گیاهچه برقرار شد. تخلیه بیشتر ذخایر بذری در ارقام رباط و گچساران باعث شد وزن خشک گیاهچه این دو رقم نسبت به رقم کیمیا که از کارایی تبدیل بالاتری نیز برخوردار بود، بیشتر شود. بنابراین برای بهبودی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه عدس تحت شرایط تنش خشکی بایستی در برنامه‌های اصلاحی گیاه توجه ویژه‌ای به جزء ذخایر بذری پویا شده داشت.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، جوانه‌زنی، رشد هتروتروفیک گیاهچه، عدس.

* نویسنده مسئول:

E-mail: rassammf@yahoo.com

تاریخ وصول: ۱۳۹۲/۳/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۲۵

مقدمه

جوانه‌زنی از مراحل حساس و مهم در چرخه زندگی گیاهان به شمار می‌رود (۳۱). کاهش یا تاخیر در جوانه‌زنی با استقرار ضعیف و تراکم پایین گیاهچه همراه می‌باشد. استقرار نامناسب و کاهش تراکم گیاهچه نیز از طریق کاهش رقابت‌پذیری محصول با علف هرز، جذب کمتر نور در جامعه گیاهی، تشدید تبخیر از سطح خاک و هدررفت آب سبب محدودیت شدید در عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (۲۴، ۲۶، ۲۸). بنابراین جوانه‌زنی کامل و مناسب در محدوده‌ای وسیعی از شرایط محیطی برای استقرار گیاهچه ضروری می‌باشد (۱۸). فرآیند جوانه‌زنی تحت کنترل عوامل ژنتیکی، هورمونی و محیطی است (۲۰). در بین عوامل محیطی مقدار آب خاک از مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بر جوانه‌زنی بذور گیاهان محسوب می‌گردد (۱۰)، به نحوی که کمبود آن به عنوان اساسی‌ترین عامل بازدارنده جوانه‌زنی قلمداد می‌شود. بذوری که قادر به جوانه‌زنی تحت شرایط تنش رطوبتی هستند از شانس بیشتری در استقرار گیاه و تراکم مطلوب برخوردارند (۱۱). بروز تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی با کاهش پتانسیل آب در بستر بذر همراه است که پیامد آن کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی و نیز رشد گیاهچه می‌باشد (۱۲، ۱۹). گزارش‌های متعددی در خصوص تأثیرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه وجود دارد (۲، ۱۲، ۱۷، ۲۹).

ایجاد و حفظ پتانسیل آب لازم در محیط خاک، مشکل است لذا در محیط آزمایشگاه با استفاده از مواد اسموتیک شرایطی مشابه با شرایط تنش خشکی در خاک فراهم می‌شود (۹). از مهم‌ترین مواد اسموتیک که برای شبیه‌سازی شرایط تنش خشکی در محیط آزمایشگاه استفاده می‌شود ماده پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ است. مطالعات نشان داده است که درصد جوانه‌زنی بذور در

محلول پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ با درصد جوانه‌زنی در خاکی با همان پتانسیل تقریباً برابر است (۱۵). هیدرولیز آنزیمی ذخایر بذر و تشکیل ساختارهای جدید سلولی دو فرآیند متابولیکی قابل تشخیص در دوره جوانه‌زنی می‌باشند (۱۳، ۲۸). در مرحله جوانه‌زنی رشد گیاهچه از نوع هتروتروفیکی است. رشد هتروتروفیک گیاهچه شامل دو جزء: وزن ذخایر بذر انتقال یافته یا پویا شده (مصرف شده) و کارایی تبدیل ذخایر بذری انتقال یافته به بافت گیاهچه می‌باشد (۲۷، ۲۸). اولین بخش را می‌توان به دو جزء دیگر تقسیم کرد: وزن خشک اولیه بذر و کسری از ذخایر بذر که انتقال یافته است (درصد تخلیه بذر). با شناخت حساسیت نسبی این اجزاء به تنش خشکی می‌توان در جهت بهبود آن‌ها گام برداشت.

عدس (*Lens culinaris Medik.*) از گیاهان مهم خانواده بقولات است و در ایران از نظر سطح زیر کشت بعد از نخود در مقاوم دوم اهمیت قرار دارد (۱). این گیاه با دارا بودن ۲۳ تا ۳۲ درصد پروتئین دارای ارزش غذایی زیادی می‌باشد. علاوه بر این به واسطه توانایی تثبیت نیتروژن نقش ویژه‌ای در حاصلخیزی خاک برای کشت‌های بعدی دارد (۱). در ایران کشت عدس اغلب در مناطق خشک و نیمه خشک کشور و به صورت دیم انجام می‌گیرد. از مهم‌ترین محدودیت‌های تولید عدس در این مناطق کمبود بارندگی در بیشتر مراحل نمو گیاه است. تحقیق در خصوص تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف نمو گیاه می‌تواند در جهت انتخاب ارقام مناسب، عملیات اصلاحی آتی و بهینه‌سازی مدیریت زراعی گیاه مفید واقع شود. بنابراین تحقیق حاضر با هدف ارزیابی تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در سه رقم عدس به انجام رسید. این تحقیق از اولین مطالعات در خصوص تأثیر تنش خشکی بر رشد هتروتروفیک گیاهچه عدس در کشور می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده کشاورزی شیروان- دانشگاه فردوسی مشهد به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. سه رقم (گجساران، کیمیا و رباط) به همراه پنج سطح تنش خشکی (صفر، ۳، ۶، ۹، ۱۲- بار) دو عامل آزمایش را تشکیل دادند. رقم گجساران از ارقام اصلاحی عدس می‌باشد که به‌عنوان رقمی پرمحصول و زودرس برای کشت پاییزه معرفی شده است (۱). رقم اصلاح شده کیمیا که به‌نام FLIP 92-12L نیز شناخته می‌شود به واسطه مقاومت به بیماری برق‌زدگی و امکان کشت انتظاری در بسیاری از مناطق کشور کشت می‌شود. رباط رقم محلی عدس است که سطح زیر کشت آن در استان خراسان شمالی بیش از سایر ارقام گزارش شده است (۷). این ارقام از ایستگاه تحقیقات دیم برزل‌آباد شیروان تهیه شدند. برای ایجاد سطوح تنش خشکی از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ مطابق فرمول میچل و کافمن (۱۹۷۳) به شرح زیر استفاده شد.

معادله (۱)

$$S = -(1/18 \times 10^{-2}) C - (1/18 \times 10^{-4}) C^2 + (2/67 \times 10^{-4}) CT + (8/39 \times 10^{-7}) C^2 T$$

که در آن C غلظت پلی اتیلن گلیکول (بر حسب گرم در لیتر)، T دما (بر حسب درجه سانتی‌گراد) و S پتانسیل اسمزی (بر حسب بار) می‌باشد. برای هر تکرار تعداد ۱۵ عدد بذر سالم از ارقام مورد نظر انتخاب و با محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد به مدت ۴۵ ثانیه کاملاً ضد عفونی شدند. بذرهای بعد از چند بار شستشو با آب مقطر داخل پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری که کف آن‌ها با کاغذ صافی واتمن پوشیده شده بود، قرار گرفتند. در ادامه به پتری‌های هر تیمار مقدار شش میلی‌لیتر از محلول با پتانسیل مربوطه اضافه شد و در تیمار شاهد نیز از آب

مقطر استفاده گردید. پتری‌ها در اتاقک رشد و در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بازدید از بذور در فواصل زمانی ۱۲ ساعته انجام گرفت و تعداد بذور جوانه زده ثبت و شمارش شد. در زمان شمارش معیار بذور جوانه زده خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود. شمارش تا زمانی ادامه یافت که برای سه روز متوالی تعداد بذور جوانه زده در هر پتری ثابت ماند. برای محاسبه سرعت و درصد جوانه‌زنی از برنامه Germin استفاده شد (۲۷). این برنامه از طریق درون یابی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان پارامترهای جوانه‌زنی را تعیین می‌کند. از جمله پارامترهای تعیین شده مقدار D50 یا مدت زمانی است که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر خود برسد. سرعت جوانه‌زنی (در ساعت) از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{معادله (۲)} \quad R50=1/D50 \quad (\text{سرعت جوانه‌زنی})$$

برای تعیین وزن خشک و محتوی رطوبت بذور، ابتدا تعداد ۱۵ بذر از هر تیمار در سه تکرار وزن شد (W1)، بعد از ۲۴ ساعت خشک کردن در دمای ۱۰۴ درجه سانتی‌گراد بذور مجدداً وزن شدند (W2). از معادله $[W1 - (W2)/W2]$ برای محاسبه مقدار رطوبت بذر (WC) استفاده شد. سپس وزن خشک اولیه بذر (ISDW) initial seed dry weight در هر تکرار نیز با استفاده از معادله $[W1/(1+WC)]$ تعیین شد. برای تعیین اجزاء رشد هتروتروفیک گیاهچه مطابق روش سلطانی و همکاران (۲۰۰۲) عمل شد. بدین ترتیب که در پایان دوره جوانه‌زنی (۱۰ روز) ابتدا گیاهچه‌های نرمال، غیرنرمال و بذرهای جوانه‌زده تفکیک شدند. سپس گیاهچه‌های نرمال شمارش و از باقی‌مانده بذر (لپه‌ها) جدا شدند. وزن خشک گیاهچه‌ها (SLDW) seedling dry weight و باقی‌مانده بذر (RSDW) remnant seed dry weight بعد از خشک کردن در دمای ۷۵ درجه تعیین شد. در نهایت، وزن ذخایر

طوح تنش، تجزیه رگرسیون درصد جوانه‌زنی برای هر رقم بطور مستقل انجام گرفت. نتایج نشان داد که در تمامی ارقام با افزایش تنش خشکی از درصد جوانه‌زنی کاسته می‌شود و در پتانسیل اسمزی ۱۲- بار به صفر می‌رسد. ضرایب a و b، ضریب تبیین (R^2) و سطح احتمال برای کاهش خطی درصد جوانه‌زنی در جدول (۲) نشان داده شده است. شیب کاهش درصد جوانه‌زنی برای ارقام رباط، کیمیا و گچساران به ترتیب ۷/۲۶، ۶/۸۱- و ۷/۱۸- بود.

اختلاف معنی‌داری بین سه رقم، سطوح تنش و اثر متقابل آنها به لحاظ سرعت جوانه‌زنی دیده شد (جدول ۱). در هر سه رقم رابطه خطی معنی‌داری بین سرعت جوانه‌زنی و مقادیر تنش خشکی شکل گرفت (جدول ۲).

سرعت جوانه‌زنی به ازای افزایش هر بار پتانسیل اسمزی برای رقم رباط، کیمیا و گچساران به ترتیب ۰/۰۰۳۹، ۰/۰۰۳ و ۰/۰۰۳۴ کاهش یافت. معنی‌دار شدن اثر متقابل رقم و سطوح تنش برای سرعت جوانه‌زنی نشان می‌دهد که واکنش ارقام در هر سطح تنش ممکن است متفاوت باشد. بنابراین در هر سطح تنش با استفاده از روش برش‌دهی اثر متقابل سرعت جوانه‌زنی سه رقم مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۳).

پویا شده بذر (WMSR) weight of mobilized seed، کارایی استفاده از ذخایر بذری یا کارایی تبدیل ذخایر بذری پویا شده به بافت گیاهچه (SRUE) seed reserve utilization efficiency و درصد تخلیه ذخایر بذری (SRDP) seed reserve depletion percentage بر اساس روابط ۲ تا ۴ محاسبه شد.

$$WMSR = ISDW - RSDW \quad (۳)$$

$$SRUE = SLDW / WMSR \quad (۴)$$

$$SRDP = WMSR / ISDW \quad (۵)$$

داده‌های بدست آمده برای درصد و سرعت جوانه‌زنی و اجزاء رشد هتروتروفیک مورد تجزیه واریانس و تجزیه رگرسیون قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام گرفت. برای آنالیز داده‌ها از نرم افزار SAS نسخه ۹ استفاده شد.

نتایج

درصد و سرعت جوانه‌زنی

سطوح مختلف تنش خشکی بر درصد جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری داشتند ولی تأثیر رقم و اثر متقابل دو عامل معنی‌دار نبود (جدول ۱). میانگین درصد جوانه‌زنی برای سطوح شاهد، ۳-، ۶-، ۹- و ۱۲- بار به ترتیب ۱۰۰، ۱۰۰، ۸۷/۴، ۹۵/۶ و صفر درصد بدست آمد. به دلیل کمی بودن

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (درجه آزادی و میانگین مربعات) درصد و سرعت جوانه‌زنی

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی
رقم	۲	۵۱/۳۶ ^{ns}	۰/۰۰۱۶ ^{**}
تنش	۴	۱۶۷۳۶/۹۲ ^{**}	۰/۰۰۲۸ ^{**}
رقم × تنش	۸	۳۶/۶۱ ^{ns}	۰/۰۰۱۷ ^{**}
خطا	۳۰	۳۸/۴۳	۰/۰۰۰۰۲۹
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲	۷

ns غیر معنی‌دار و ** معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد را نشان می‌دهند.

جدول ۲- نتایج تجزیه رگرسیون درصد و سرعت جوانه‌زنی ارقام عدس تحت سطوح مختلف تنش خشکی. ضرایب a و b برای رگرسیون ساده خطی، ضریب تبیین (R²) و سطح معنی داری نشان داده شده است.

رقم	a	b	R ²	Pr>t
رابط				
درصد جوانه‌زنی	-۷/۲۶	۱۱۹/۵۵	۰/۶۴	۰/۱
سرعت جوانه‌زنی	-۰/۰۰۳۹	۰/۰۴۶	۰/۸۸	۰/۰۱۹
کیمیا				
درصد جوانه‌زنی	-۶/۸۱	۱۱۹/۵۵	۰/۵۴	۰/۱۶
سرعت جوانه‌زنی	-۰/۰۰۳	۰/۰۳۴	۰/۸۳	۰/۰۳۱
گچساران				
درصد جوانه‌زنی	-۷/۱۸	۱۱۸/۲۲	۰/۶۴	۰/۱
سرعت جوانه‌زنی	-۰/۰۰۳۴	۰/۰۳۹	۰/۹۰	۰/۰۱۳

جدول ۳- مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی (ساعت) ارقام در سطوح مختلف تنش خشکی بطور مستقل

رقم	سطوح تنش (بار)				
	۰	-۳	-۶	-۹	-۱۲
رابط	۰/۰۵۴ ^a	۰/۰۲۴ ^a	۰/۰۱۹ ^a	۰/۰۱۴ ^a	۰
کیمیا	۰/۰۴۳ ^c	۰/۰۱۶ ^c	۰/۰۱۳ ^c	۰/۰۰۹ ^b	۰
گچساران	۰/۰۴۵ ^b	۰/۰۲۱ ^b	۰/۰۱۶ ^b	۰/۰۱۱ ^b	۰

حروف مشترک در هر ستون میانگین‌های نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار می‌باشد.

اجزای رشد هتروتروفیک

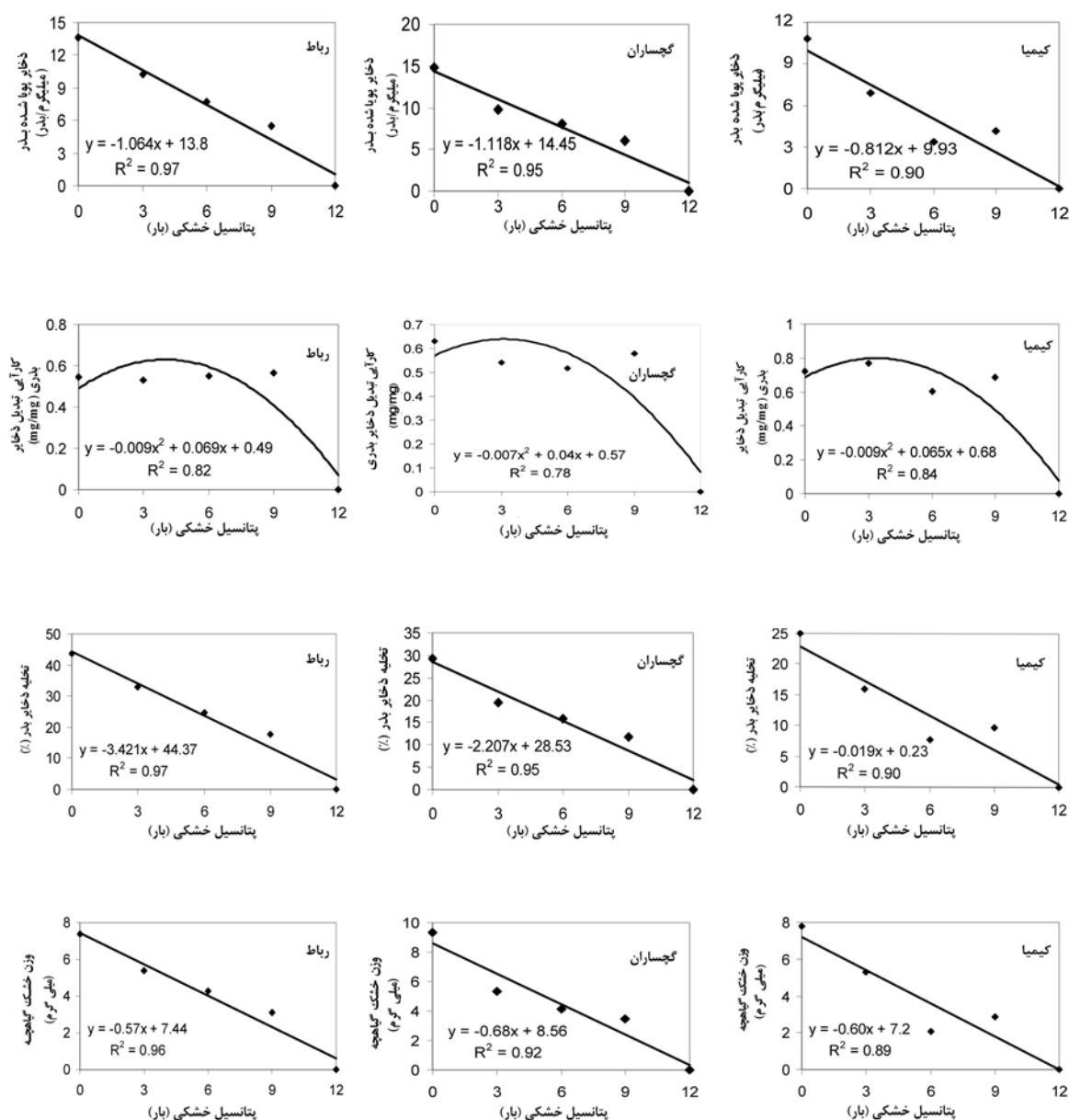
نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تاثیر رقم، سطوح تنش خشکی و اثر متقابل آنها بر رشد گیاهچه و اجزای آن معنی دار بود (جدول ۴). در هر سه رقم با افزایش تنش خشکی مقدار ذخایر بذری پویا شده، درصد تخلیه ذخایر بذری و وزن خشک گیاهچه به‌طور خطی کاهش یافت (شکل ۱). همچنین کارآیی استفاده از ذخایر بذری نیز مطابق یک رابطه خطی درجه دوم با تشدید تنش خشکی با کاهش مواجه شد (شکل ۱).

ملاحظه می‌شود در تمامی سطوح تنش خشکی رقم رباط از بیشترین سرعت جوانه‌زنی برخوردار بوده است و بعد از آن رقم گچساران و کیمیا قرار دارند. حداکثر اختلاف بین ارقام در تیمار شاهد (صفربار) و حداقل آن در تنش خشکی شدید (۹- و ۱۲- بار) روی داد که نشان می‌دهد در مقادیر زیاد تنش خشکی تمامی ارقام با کاهش نسبتاً یکسانی مواجه می‌شوند.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس (درجه آزادی و میانگین مربعات) وزن ذخایر پویا شده بذری (WMSR)، کارآیی استفاده از ذخایر بذری (SRUE)، درصد تخلیه ذخایر بذری (SRDP) و وزن خشک گیاهچه (SLDW).

منابع تغییر	درجه آزادی	WMSR	SRUE	SRDP	SLDW
رقم	۲	۳۲/۳۲**	۰/۰۶۳**	۰/۰۵۸**	۲/۷۷**
تنش	۴	۲۰۹/۸۷**	۰/۰۶۶**	۰/۰۱۳**	۸۱/۳**
رقم × تنش	۸	۳/۳۷**	۰/۰۰۸*	۰/۰۰۵**	۱/۳۵**
خطا	۳۰	۰/۳۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰۲	۰/۲۴
ضریب تغییرات		۱۳	۱۱	۱۷	۱۰

ns، غیرمعنی دار و * و ** به ترتیب معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد را نشان می‌دهند.



شکل ۱- روند تغییرات وزن ذخایر پویا شده بذری، کارآیی تبدیل ذخایر پویا شده به بافت گیاهچه، درصد تخلیه ذخایر بذری و وزن خشک گیاهچه تحت تاثیر تنش خشکی در سه رقم عدس.

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن ذخایر مصرف شده بذر (WMSR)، کارآیی استفاده از ذخایر بذر (SRUE)، درصد تخلیه ذخایر بذر (SRDP) و وزن خشک گیاهچه (SLDW) بین ارقام در هر سطح تنش خشکی بطور مستقل.

رقم	سطوح تنش خشکی (بار)				
	۰	-۳	-۶	-۹	-۱۲
WMSR (میلی گرم)					
رباط	۱۳/۵۹ ^b	۱۰/۲۶ ^a	۷/۷ ^a	۵/۵۲ ^a	۰
کیمیا	۱۰/۸۲ ^c	۶/۹۱ ^b	۳/۳۸ ^b	۴/۱۷ ^b	۰
گچساران	۱۴/۸۴ ^a	۹/۸۵ ^a	۸/۰۷ ^a	۵/۹۸ ^a	۰
SRUE (میلی گرم بر میلی گرم بذر)					
رباط	۰/۵۴ ^b	۰/۵۳ ^b	۰/۵۵ ^a	۰/۵۶ ^b	۰
کیمیا	۰/۷۲ ^a	۰/۷۷ ^a	۰/۶ ^a	۰/۶۹ ^a	۰
گچساران	۰/۶۳ ^a	۰/۵۴ ^b	۰/۵۲ ^a	۰/۵۸ ^b	۰
SRDP (درصد)					
رباط	۴۴ ^a	۳۳ ^a	۲۴ ^a	۱۸ ^a	۰
کیمیا	۲۵ ^c	۱۶ ^c	۸ ^a	۱۰ ^b	۰
گچساران	۲۹ ^b	۱۹ ^b	۱۶ ^a	۱۲ ^b	۰
SLDW (میلی گرم)					
رباط	۷/۳۷ ^b	۵/۴ ^a	۴/۲۶ ^a	۳/۱۱ ^a	۰
کیمیا	۷/۷۹ ^b	۵/۳۱ ^a	۲/۰۴ ^b	۲/۸۹ ^a	۰
گچساران	۹/۳۳ ^a	۵/۳۴ ^a	۴/۱۶ ^a	۳/۵ ^a	۰

حروف مشترک در هر ستون میانگین های نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار می باشد.

گیاهچه های رقم گچساران در تیمار شاهد و تنش ۹- بار بیشتر از سایرین است ولی در سطوح میانی تنش یعنی ۳- و ۶- بار رقم رباط گیاهچه های بزرگ تری تولید کرده است. جدول (۵) نشان می دهد که در سطوح مختلف تنش و برای بیشتر اجزاء رشد گیاهچه بین دو رقم رباط و گچساران اختلافی چندانی دیده نمی شود.

بحث

در هر سه رقم مورد آزمایش با افزایش تنش خشکی از

نتایج برش دهی (تفکیک) اثر متقابل تیمارها در جدول (۵) نشان داده شده است. در صفت مقدار ذخایر بذری پویا شده رقم گچساران بجز سطح ۳- بار در سایر سطوح تنش خشکی موفق تر بوده است و بعد از آن رقم رباط قرار دارد. کارآیی استفاده از ذخایر بذری در رقم کیمیا در تمامی سطوح تنش بیشتر از دو رقم دیگر است، با این وجود در مقادیر تنش خشکی شدید (پتانسیل ۶- بار و بیشتر) اختلاف سه رقم کمتر شده است. ترتیب ارقام به لحاظ زیاد بودن درصد تخلیه ذخایر بذری نیز عبارت از رباط، گچساران و کیمیا می باشد. در حالی که وزن خشک

درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور کاسته شد و در تنش ۱۲- بار به صفر رسید که نشان می‌دهد با افزایش تنش خشکی، درصد جوانه‌زنی در هر سه رقم کاهش یافت. در ارزیابی اثرات تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر ژنوتیپ های عدس، کیانی و همکاران (۱۳۷۷) و کافی و همکاران (۱۳۸۴) نیز به چنین نتیجه‌ای دست یافتند. کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی با افزایش تنش خشکی در سایر گیاهان زراعی هم گزارش شده است (۵، ۱۴، ۲۷). توب و همکاران (۲۰۰۱) اعتقاد دارند انجام فرآیند جوانه‌زنی نیازمند وجود رطوبت کافی در بستر رشد دانه و جذب آب از محیط است. وجود محلول‌هایی نظیر پلی اتیلن گلیکول با کاهش پتانسیل اسمزی محیط مانع جذب آب یا کند شدن جذب می‌شوند (۱۶). بروز این اختلال در جذب آب سبب تاخیر در شروع فرآیندهای متابولیکی جوانه‌زنی داخل بذر، تاخیر در خروج ریشه‌چه و در نهایت کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌شود (۱۴). علیرغم این‌که اختلافی بین ارقام به لحاظ درصد جوانه‌زنی وجود نداشت، با این وجود سرعت جوانه‌زنی به‌جز سطح تنش ۱۲- بار در سایر سطوح تنش خشکی بین ارقام متفاوت بود. به نظر می‌رسد مولفه سرعت جوانه‌زنی نسبت به درصد جوانه‌زنی حساسیت بیشتری به تنش خشکی و نوع رقم دارد. هاگل (۱۹۹۳) گزارش کرد درصد و سرعت جوانه‌زنی ارقام لوبیا با افزایش تنش خشکی کاهش می‌یابد که درصد کاهش سرعت جوانه‌زنی نسبت به درصد جوانه‌زنی بیشتر بود. قادری فر و همکاران (۱۳۸۹) در ژنوتیپ های شبدر زیرزمینی و بالبکی و همکاران (۱۹۹۹) در ارقام گندم نیز به حساسیت بیشتر سرعت جوانه‌زنی اشاره نموده‌اند. در تمامی سطوح تنش رقم رباط از سرعت جوانه‌زنی بالاتری نسبت به دو رقم دیگر برخوردار بود که نشان می‌دهد حساسیت سرعت جوانه‌زنی این رقم به تنش خشکی کمتر از دو رقم می‌باشد. این نتیجه در تطابق با یافته‌های

کافی و همکاران (۱۳۸۴) است که بیان داشتند تحت شرایط تنش خشکی حداکثر سرعت جوانه‌زنی در بین ۱۲ ژنوتیپ عدس به رقم رباط اختصاص داشت. آنها یکی از دلایل این برتری را کوچک بودن بذر رقم رباط نسبت به سایر ارقام از جمله رقم گچساران و کیمیا ذکر کردند که با جذب آب کمتر قادر به جوانه‌زنی مناسب‌تری است.

با افزایش تنش خشکی وزن خشک گیاهچه‌های هر سه رقم کاهش پیدا کرد (شکل ۱). کاهش در وزن خشک گیاهچه تحت تنش خشکی به‌وسیله سایر محققین نیز گزارش شده است (۳، ۱۴، ۲۸). کاهش در پارامترهای میزان پویایی ذخایر بذر، درصد تخلیه ذخایر بذر و کارایی تبدیل ذخایر پویا شده به بافت گیاهچه به عنوان عوامل کاهش وزن خشک گیاهچه ذکر شده‌اند (۲۸). در این تحقیق در تمامی ارقام با افزایش تنش خشکی پارامترهای مذکور کاهش پیدا نمودند (شکل ۱). این کاهش بخصوص برای میزان پویایی ذخایر بذر و درصد تخلیه ذخایر بذر محسوس بود که از یک رابطه خطی ساده پیروی نمود. زینلی و سلطانی (۱۳۷۹) و سلطانی و همکاران (۲۰۰۶) نیز در بررسی تاثیر تنش خشکی بر رشد گیاهچه‌های گندم گزارش کردند با افزایش تنش خشکی مقدار ذخایر پویا شده بذر کاهش یافت ولی در هر دو تحقیق کارایی تبدیل تحت تاثیر قرار نگرفت. کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر و انتقال آن به گیاهچه می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت هورمون جیبرلین و کاهش سنتز آنزیم های هیدرولیتیک در فرآیند جوانه‌زنی باشد (۴).

مقایسه ارقام در سطوح مختلف تنش خشکی حاکی از اختلاف آن‌ها در پارامترهای رشد گیاهچه بود (جدول ۵). نتیجه ای که در تقابل با نتایج سلطانی و همکاران (۲۰۰۶) قرار دارد که تحت تنش خشکی اختلاف معنی‌داری بین

سپاسگزاری

نویسندگان از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد به واسطه حمایت مالی از تحقیق حاضر (طرح پژوهشی با کد ۲۶۷۲۷) تشکر و قدردانی فراوان دارند.

منابع

۱. باقری، ع.، گلدانی، م. و حسن زاده، م.، ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح عدس (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۲. بخشایشی قشلاق، م.، کاظمی اربط، ح.، صادق زاده اهری، د. و بخشایشی قشلاق، ه.، ۱۳۹۰. ارزیابی واکنش ارقام گندم دیم و آبی به تنش خشکی در مرحله گیاهچه‌ای. مجله پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۵، شماره ۱، ص: ۳۵-۳۱.
۳. زینلی، ا. و سلطانی، ا.، ۱۳۷۹. تاثیر تنش خشکی بر رشد هتروتروفیک گیاهچه گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۷، شماره ۴، ص: ۱۱۳-۱۲۲.
۴. سلطانی، ا.، کامکار، ب.، گالشی، س. و قادری فر، ف.، ۱۳۸۷. اثر فرسودگی بذر بر تخلیه ذخایر بذر و رشد هتروتروفیک گیاهچه گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۵، شماره ۱، ص: ۵۴-۴۶.
۵. فرزانه، س.، سید شریفی، ر. و قادری فر، ف.، ۱۳۸۷. بررسی تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام چغندر قند در شرایط آزمایشگاهی. مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۸، شماره ۲، ص: ۹۳-۸۱.
۶. قادری فر، ف.، گالشی، س. و احمدی، الف.، ۱۳۸۹. اثرات تنش خشکی بر جوانه‌زنی و رشد ۹ رقم شبدر زیرزمینی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۸، شماره ۱، ص: ۶۸-۶۱.

ارقام گندم در پارامترهای وزن ذخایر بذر پویا شده، درصد تخلیه ذخایر بذر و کارایی تبدیل مشاهده نکردند. با این وجود در برخی آزمایش‌ها به اختلاف بین ارقام در کارایی استفاده از ذخایر بذر اشاره شده است (۲۵). در تمامی سطوح تنش خشکی رقم رباط و گچساران گیاهچه‌های بزرگتری نسبت به رقم کیمیا تولید کردند (جدول ۵). ملاحظه می‌شود اگرچه رقم کیمیا در تبدیل ذخایر بذر پویا شده به بافت گیاهچه کارآمدتر از رباط و گچساران عمل کرده است ولی وزن ذخایر بذر پویا شده آن کمتر از دو رقم دیگر بوده است. بنابراین به نظر می‌رسد در رشد نهایی گیاهچه پارامتر وزن ذخایر بذر پویا شده موثرتر از پارامتر کارایی تبدیل می‌باشد. سلطانی و همکاران (۲۰۰۶) در گندم، سلطانی و همکاران (۲۰۰۲) در نخود، محمدی و همکاران در سویا (۲۰۱۱) و موسوی نیک و همکاران در پنبه (۲۰۱۱) نیز به اهمیت وزن ذخایر بذر پویا شده در رشد گیاهچه در قیاس با کارایی تبدیل ذخایر بذر پویا شده اشاره نموده‌اند.

بطور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که بروز تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی عدس سبب تاخیر فرآیند جوانه‌زنی در تمامی ارقام شد که پیامد آن غیریکنواختی در سبز شدن گیاهچه‌ها می‌باشد. عدم همزمانی در سبز شدن گیاهچه‌ها نیز باعث هدررفت منابع محیطی نظیر آب و نور و در نهایت به کاهش عملکرد منجر می‌شود. دو رقم رباط و گچساران در اکثر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مشابه بودند و نسبت به رقم کیمیا تحمل بیشتری به تنش خشکی نشان دادند. مشخص شد که در رشد هتروتروفیک گیاهچه‌ها پارامتر وزن ذخایر بذر پویا شده از اهمیت زیادی برخوردار است و بنابراین برنامه‌های اصلاحی گیاه باید بر بهبود این جزء متمرکز شود.

۱۶. Hadas, A. 1976. Water uptake and germination to leguminous seeds under changing external water potential osmotic solution. *Journal of Experimental Botany*, 98: 480-489.
۱۷. Hucl, P. 1993. Effects of temperature and moisture stress on the germination of diverse common bean genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, 73:697-702.
۱۸. Jacobsen, S. E. and A. P. Bach, 1998. The influence of temperature on seed germination rate in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Seed Science and Technology*, 26: 515-523.
۱۹. Kaya M. D., Okcu G., Atak M., Cıkkılı Y. and O.Kolsarıcı, 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24: 291-295.
۲۰. Meyer, S. E. and R. L. Pendleton, 2000. Genetic regulation of seed dormancy in *Purshia tridentata* (Rosaceae). *Annal of Botany*, 85: 521-529.
۲۱. Michel, B. E. and M. R. Kaufman, 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51: 914-916.
۲۲. Mohammadi, H., Soltani, A., Sadeghipour, H. R. and E., Zeinali, 2011. Effects of seed aging on subsequent seed reserve utilization and seedling growth in soybean. *International Journal of Plant Production*, 5 (1):65-70.
۲۳. Mousavi Nik, M., Gholami Tilebeni, H., Zeinali, E. and A. Tavassoli, 2011. Effects of Seed Ageing on Heterotrophic Seedling Growth in Cotton. *American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science*, 10(4): 653-657.
۲۴. Rebetzke, G. L. and R. A. Richards, 1999. Genetic improvement of early vigor in wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 50: 291-301.
۲۵. Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S. and N. Latifi, 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea coast of Iran. *Seed Science and Technology*, 29: 653-662.
۷. کافی، م.، نظامی، ا.، حسینی، ح. و معصومی، ع.، ۱۳۸۴. اثرات فیزیولوژیک تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول بر جوانه‌زنی ژنوتیپ های عدس. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۳، شماره ۱، ص: ۸۰-۶۹.
۸. کیانی، م.، ر.، باقری، ع. و نظامی، الف.، ۱۳۷۷. عکس‌العمل ژنوتیپ های عدس به تنش خشکی ناشی از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در مرحله جوانه زنی. مجله علوم کشاورزی و صنایع کشاورزی. جلد ۱۲، شماره ۱، ص: ۴۴-۳۹.
9. Amede, T., Kimani, P. R., W., and M. Mbikay. 2004. Coping with drought: Strategies to improve genetic adaptation of common bean to drought prone regions of Africa . CIATO occasional Publication Series 38, pp:39.
10. Anda, A. and L. Pinter. 1994. Sorghum germination and development influenced by soil temperature and water content. *Agronomy Journal*, 86: 621-624.
11. Balbaki, R. Z., Zurayk, R. A., Blek, M.M. and S. N. Tahouk. 1999. Germination and seedling development of drought tolerant and susceptible wheat under moisture stress. *Seed Science and Technology*, 27: 291-302.
12. Boydak M., Dirik H., Tilki F. and M. Calikoglu, 2003. Effects of water stress on germination in six provenances of *Pinus brutia* seeds from different bioclimatic zones in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture*, 27: 91-97.
13. Copeland, L. O. and M. B. McDonald, 1985. *Principles of Seed Science and Technology*. McMillan Publ. Co., New York.
14. De, R. and R. K. Kar, 1995. Seed germination and seedling growth of mange bean (*Vigna radiata*) under water stress induced by P.E.G 6000. *Seed Science and Technology*, 23: 301-308.
15. Emmerich, W. E. and Hardgree, S. P. 1990. Polyethylene glycol solution contact affection seed germination. *Agronomy Journal*, 82: 1103-1107.

29. Swarn, L., Singh, H., Kapia, R. and J. Sharma, 1999. Seed germination and seedling growth of soybean under different water potentials. *Seed Research*, 26:131-133.
30. Tobe, K., Zhang, L., Qiu, G. Y. and H. Shimizu, 2001. Characteristics of seed germination in five non-halophytic Chinese desert shrub species. *Journal of Arid Environments*, 47: 191-201.
31. Windauer, L., Altuna, A. and R. Benech-Arnold, 2007. Hydrotime analysis of *Lesquerella fendleri* seed germination responses to priming treatments. *Industrial Crops and Products*, 25: 70-74.
26. Soltani, A. and S. Galeshi, 2002. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: experimentation and simulation. *Field Crops Research*, 77: 17-30.
27. Soltani, A., Galeshi, S., Zenali, E. and N. Latifi, 2002. Germination seed reserve utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Science and Technology*, 30: 51-60.
28. Soltani, A., Gholipour, M. and E. Zeinali, 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 55: 195-200.

The Effect of Drought Stress on Germination and Heterotrophic Seedling Growth Characteristics of Lentil (*Lens culinaris* Medik)

Gh. Rassam^{1*}, and A. Dadkhah¹

1. Shirvan College of Agricultural Sciences and Natural Resources, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Abstract

Drought stress in germination stage is one of most important factor that limit yield and growth of lentil in Iran. The heterotrophic seedling growth can be considered as the product of three components: initial seed weight, the fraction of seed reserves which are mobilized, and the conversion efficiency of mobilized seed reserves to seedling tissues. In order to investigate the effect of drought stress on percentage and rate of germination and seedling growth components, a factorial experiment was conducted based on randomized completely design (RCD) with three replications. The experimental factors were included three lentil cultivars (Robot, Kimia, Gachsaran) and five levels of drought stress (0, -3, -6, -9, -12 bar of polyethylene glycol 6000). The results showed that with increasing drought stress, percentage and rate of germination percentage was decreased to zero in the osmotic potential of -12 bar. Although significant difference was not observed in germination percentage in drought stress levels between different cultivars, but difference in germination rate was significant. The rank of cultivars was Robot > Gachsaran > Kimia in germination rate. The inverse linear relationship was made between drought stress levels and seedling growth components. More seed reserve depletion in Robot and Gachsaran lead to more seedling dry weight of two cultivars in compare to Kimia cultivar that had more conversion efficiency. Thus efforts to improve germination and seedling growth in lentil breeding programs should focus on improvement of component of mobilized seed reserves.

Keywords: Drought stress, Germination, Heterotrophic Seedling growth, Lentil

*Corresponding Author:

E-mail: rassammmf@yahoo.com

Received: 2013/06/18
Accepted: 2013/09/16