اثر تنش خشکی آخر فصل بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بوته‌های تنش دیده پنج ژنوتیپ گندم دوروم

خدیجه احمدی[۱]، هادی درزی رامندی*[۲]، محمدحسین فتوکیان[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد، گروه علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

[۲]استادیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

[۳]دانشیار، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۱۰

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی آخر فصل بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و پارامترهای رشد بذور مادری پنج ژنوتیپ گندم دوروم، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۵ انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل رژیم آبیاری در دو سطح بذور تولید شده در شرایط آبیاری مطلوب و اعمال تنش خشکی آخر فصل بر گیاه مادری ژنوتیپ‌های گندم دوروم شامل پنج ژنوتیپ رباط اراک (بومی)، آریا (تجاری)، کرخه (تجاری)، یاواروس (تجاری) و دنا (تجاری) بود. نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر صفات مورد مطالعه بود. درصد جوانه‌زنی بذرهای ژنوتیپ تجاری آریا تولیدشده در شرایط تنش خشکی ۱۰۰ درصد بود، درحالی که در دیگر ژنوتیپ‌ها این شاخص کاهش یافت. مقایسه میانگین اثر متقابل خشکی و ژنوتیپ بر شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه نشان داد که بذرهای ژنوتیپ تجاری آریا تولید شده در شرایط آبیاری مطلوب با ٤٣٢/٨٣ و بذور ژنوتیپ بومی رباط اراک تولید شده در شرایط تنش خشکی با ۳۲۸/۱۵ بیش‌ترین شاخص طولی بنیه گیاهچه را داشتند. ژنوتیپ‌های بومی رباط اراک با میانگین (۷/۲۳) و تجاری آریا با میانگین (۷/۳۳) به‌ترتیب دارای بیشترین شاخص وزنی بنیه گیاهچه بودند. ژنوتیپ تجاری دنا در هر دو شرایط دارای کم‌ترین شاخص وزنی بنیه گیاهچه بود. به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که اعمال تنش خشکی بر گیاه مادری ژنوتیپ‌های بررسی شده سبب کاهش خصوصیات جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و کیفیت بذر حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه، گندم دوروم، مجموع طول ریشه فرعی، محتوای نسبی آب.

*نویسنده مسئول: hramandi4@gmail.com

مقدمه

یکی از ویژگی‌های مهم گیاهان زراعی زادآوری و تجدید نسل آن‌ها از طریق بذر می‌باشد. بذر به‌عنوان یکی از عوامل مهم در توسعه کشاورزی و افزایش تولید محصولات زراعی است، لذا تولید بذر با کیفیت بالا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Passioura, 2007). غلات در کشورهای در حال توسعه جهان، نقش مهمی در تأمین کالری روزانه مردم دارد (Cakmak, 2008). یکی از منابع شناخته شده تأمین انرژی و پروتئین در جهان گندم دوروم یا ماکارونی (*Triticum turgidum* L. sub sp. Durum Desf.) است. گندم دوروم در ۱۰ درصد نواحی گندم خیز دنیا کشت می‌شود (Nachit et al., 1998). گندم دوروم نسبت به گندم معمولی (گندم نان) و سایر گندم‌ها به شرایط نامساعد آب و هوایی خصوصاً خشکی مقاوم‌تر و با شرایط آب و هوایی نیمه خشک سازگارتر است (Srivastava, 1984). هدف متخصصان زراعت و اصلاح نباتات دست‌یافتن به جوانه‌زنی مطلوب و استقرار بهتر گیاهچه است، اما برخی تنش‌های زیستی و غیرزیستی، استقرار گیاهچه را در شرایط مزرعه کاهش می‌دهند (Yagmur and Kydan, 2008). در حال حاضر تنش خشکی، مهم‌ترین عامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات زراعی در سراسر دنیا می‌باشد (Laura et al., 2005; Grzesiak et al., 2012). اثرات کمبود آب به عوامل چندی از قبیل شدت و تداوم آن و مرحله فنولوژیکی رشد و ظرفیت مقاومت ژنتیکی گیاهان بستگی دارد (Clua et al., 2006). تنش ناشی از کمبود آب در گیاه باعث کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌شود که این موضوع توسط Gholamin and Khayatnezhad(2010) در گیاه گندم، Mostafavi (2011) در گیاه گلرنگ و همچنین Farsiani and Ghobadi (2009) در گیاه ذرت گزارش شد. تأثیر عوامل تنش‌زا بر گیاه، معمولاً همه جانبه بوده و به‌ندرت بخش خاصی از آن را در بر می‌گیرد، که باعث تغییراتی در عملکرد طبیعی و فیزیولوژیکی تمامی گیاهان، از جمله گیاهانی که از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت هستند، مانند غلات می‌شود. تمامی این تنش‌ها باعث تغییراتی در بیوسنتز گیاهان شده و در نهایت منجر به آسیب‌هایی می‌شوند که به تخریب گیاه و محصول حاصل از آن می‌انجامد (Bodapati et al., 2005). اگرچه همه تنش‌های زیستی و غیرزیستی از عوامل مهم کاهش تولید گندم محسوب می‌شوند اما خشکی مهم‌ترین عامل غیرزنده‌ای است که بر عملکرد گندم تأثیر گذار است (Araus et al., 2002). Azadbakht et al. (2016)، طی آزمایشی بر روی ژنوتیپ‌های گلرنگ بیان کردند که تنش خشکی از طریق تأثیر مستقیم بر متابولیسم بذر، باعث کاهش ویژگی‌های جوانه‌زنی و پارامترهای رشد بذرهای برداشت شده از بوته‌های تنش دیده شد. تنش خشکی آخر فصل بر روی گیاه مادری در حین تشکیل بذر باعث ایجاد بذرهای چروکیده و کوچک می‌شود و قدرت رویش و بنیه بذر را نیز کاهش می‌دهد (Sanjari Mazaj et al., 2017). لذا بررسی تحمل ارقام معرفی شده جدید به تنش خشکی از دیدگاه به‌نژادی همواره مورد توجه بوده است. با توجه به شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک کشور و محدودیت آب، تهیه ژنوتیپ و لاین‌هایی که در شرایط تنش آبی بتوانند عملکرد قابل قبول و پایداری داشته باشند ضرورت دارد. هدف از این تحقیق بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل گیاه مادری بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذور برخی از ژنوتیپ‌های گندم دوروم بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۵ انجام شد. بذور بکار گرفته در این تحقیق، حاصل پژوهشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شاهد در ۳۰ کیلومتری اتوبان تهران- قم، که به

طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳٤ دقیقه شرقی، ارتفاع از سطح دریا ۱۱۹۰ متر و میانگین بارندگی ۲۱٦ میلی‌متر با اقلیم منطقه گرم و خشک در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ بود (اداره کل هواشناسی تهران، ۱۳۹۳). ژنوتیپ‌ها از کلکسیون بذر موجود در بخش غلات موسسه‌ی اصلاح و تهیه نهال بذر کرج تهیه گردید. طرح آزمایش در مرحله کاشت مزرعه به صورت لاتیس نامتعادل ۷×۷ با دو تکرار و در آزمایشات جوانه‌زنی در پتری‌دیش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. مواد آزمایش شامل رژیم آبیاری در دو سطح بذور تولید شده در شرایط آبیاری مطلوب و اعمال تنش خشکی آخر فصل بر گیاه مادری و گندم دوروم شامل پنج ژنوتیپ رباط اراک (بومی)، آریا (تجاری)، کرخه (تجاری)، یاواروس (تجاری) و دنا (تجاری) بود. در هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بذر بر روی کاغذ واتمن قرار داده شد و آب مقطر اضافه گردید. شمارش بذرهای جوانه‌زده از روز دوم به صورت روزانه در ساعتی معین انجام گردید. به هنگام شمارش، بذوری جوانه‌زده تلقی می‌شدند که طول ریشه‌چه آن از ۲ میلی‌متر بیش‌تر بود. تعداد بذور جوانه‌زده روزانه شمارش و یادداشت گردید و سپس شاخص‌های جوانه‌زنی محاسبه گردید (ISTA, 2009). بعد از ثابت شدن جوانه‌زنی (۷ روز) طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز اندازه‌گیری شد. در این آزمایش، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با قرار دادن نمونه‌ها در درون آون با دمای ٦۰ درجه سلسیوس به مدت ٤۸ ساعت تعیین گردید (Parmoon et al., 2013). شاخص‌های بنیه گیاهچه (Seed Length Vigour: شاخص طولی بنیه گیاهچه، Seed Weight Vigour: شاخص وزنی بنیه گیاهچه) از روابط ۱ و ۲ بدست آمدند (ISTA, 2009).

SLV (1) = (میانگین طول ریشه‌چه + میانگین طول ساقه‌چه) × جوانه‌زنی نهایی

SWV (2) = (درصد جوانه‌زنی نهایی × وزن خشک گیاهچه)

با شمارش روزانه بذرهای جوانه‌زده، درصد جوانه‌زنی[1] (GP)، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی[2] (MGT) و همچنین ضریب سرعت جوانه‌زنی[3](GC) که عکس میانگین مدت‌زمان جوانه‌زنی است طبق روابط ۱، ۲ و ۳ تعیین گردیدند. متوسط مدت‌زمان جوانه‌زنی مرتبط با مدت‌زمانی (روز) است که ریشه‌چه خارج می‌شود، هرچه مقدار عددی آن کوچک‌تر باشد نشان از جوانه‌زنی سریع‌تر است) که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد (Ellis et al., 1981).

1) $GP = S/T \times 100$
2) $MGT = \sum Dn / \sum n$
3) $GC = (1/MGT)*100$

در این معادله، S: تعداد بذور جوانه‌زده، T: تعداد کل بذرها، n: تعداد بذور جوانه‌زده در روز D، D: تعداد روز محاسبه شده از شروع جوانه‌زنی.

محتوای نسبی آب[4](RWC) (در مرحله ٤-۲ برگی گیاهچه‌های حاصل از پتری‌دیش) با استفاده از رابطه‌ی زیر بدست آمد:

4) $RWC = (\frac{FW-DW}{TW-DW}) \times 100$

1- Germination percentage
2- Mean germination time
3- Germination coefficient
4- Relative water content

در این رابطه، FW وزن‌تر برگ‌ها، DW وزن خشک برگ‌ها، TW وزن آماس برگ‌ها محاسبه شد (Levitt, 1980). تجزیه داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. برای رسم شکل‌ها از نرم افزار Excel استفاده شد.

بحث

درصد جوانه زنی: نتایج نشان داد که اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و برهمکنش آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۱). بالاترین درصد جوانه‌زنی با میانگین ۱۰۰ درصد برای کلیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط بدون تنش بدست آمد. در بین ژنوتیپ‌های گندم دوروم، ژنوتیپ تجاری آریا در هر دو شرایط (مطلوب و خشکی) بالاترین درصد جوانه‌زنی را داشت. در ژنوتیپ‌های بومی رباط اراک و تجاری کرخه با میانگین (۹٤/٦٦ درصد) کم‌ترین درصد جوانه‌زنی مشاهده شد (شکل ۱) .Sanjari Mazaj et al (2017) در تحقیقات خود مشاهده کردند که تنش خشکی آخر فصل بر گیاه مادری درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ژنوتیپ‌های گندم نان را کاهش داد. .Burnett et al (2005) بیان کردند که اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد، فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی صورت خواهد گرفت، در نتیجه زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و از این رو سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. صفات جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی تحت تأثیر مواد غذایی و بنیه بذر است. محققان اثر تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذور حاصل از بوته‌های مادری ژنوتیپ‌های گلرنگ را مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که خشکی آخر فصل بر بوته‌های مادری باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (Azadbakht et al., 2016).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مختلف ارقام گندم دوروم تحت تأثیر رژیم آبیاری

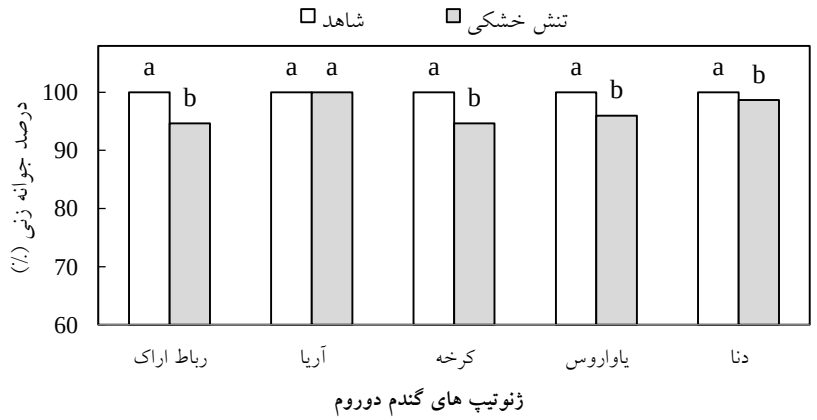
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MSe)								
		درصد جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه چه	طول گیاهچه	نسبت طولی ساقه‌چه به ریشه چه	تعداد ریشه‌های فرعی	مجموع طول ریشه‌چه فرعی	وزن تر ریشه‌چه	وزن تر ساقه‌چه
رژیم آبیاری	۱	۸/۸**	٦/٦٧**	۰/۱۸*	۸/۳۳**	۰/۱۰۰**	۰/۲۱**	۱٤/٥۰*	۰/۰۰٦**	۰/۰۰٦**
ژنوتیپ	٤	۷٦/۸**	۲۱/۰٦**	۱۳/۷۸**	٦۸/۹۳**	۰/۰۰٦^{ns}	۸/۳۲^{ns}	٤۸۱/٦۸**	۰/۰۲**	۰/۰۷۱**
رژیم آبیاری × ژنوتیپ	٤	۸/۸**	۱/۸۸**	۱**	٥/۳۱**	۰/۰۰۷^{ns}	۰/۰٦^{ns}	۱۹/۹۱*	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰٤**
خطا	۲۰	۱/٦	۰/۲۲	۰/۰٥	۰/۲۹	۰/۰۰٤	۰/۰۹	٤/۷۲	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۰۷
ضریب تغییرات (درصد)		۱/۲۸	٦/٤۸	۳/۳۰	۳/۸۱	٦/۸۹	۸/۳۱	۱۰/۲۱	۱۳/۲۱	۹/۷۷

ns, * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ادامه جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مختلف ارقام گندم دوروم تحت تأثیر رژیم آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MSe)								
		وزن تر گیاهچه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	محتوی نسبی آب	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	شاخص طولی بنیه گیاهچه	شاخص وزنی بنیه گیاهچه
رژیم آبیاری	۱	۰/۰۱۹**	۰/۰۰۰۰۸**	۰/۰۰۰۰۸**	۰/۰۰۰۳**	۲۱۷/۸۱**	۰/۰۱۵ns	۸/۳۷ns	٤۳۱٥/۰٦**	۳/۱٤**
ژنوتیپ	٤	۰/۱۷٦**	۰/۰۰۰٤**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۲**	۱٤۹/۲٤**	۰/۰۱۲**	٥/٦۰**	٥٦۱۲٥/۰۹**	۳۲/٤٦**
رژیم آبیاری *ژنوتیپ	٤	۰/۰۰٥*	۰/۰۰۰۰۲**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۲**	۱۰۹/۰٦**	۰/۰۰٥ns	۲/۸٤ns	۲۷۹٦/۳٥**	۲/۰۲**
خطا	۲۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	٤۳/٥۹	۰/۰۰۳	۱/۹۰	۲۱۷/۸۱	۰/۲٤
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۹۸	۱۱/۱٦	۱۰/۹۲	۹/۸۰	۱۰/٦۲	۲/۹۱	۲/۸۰	٤/۲۲	۹/۹۷

ns, * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.



شکل ۱: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر درصد جوانه‌زنی

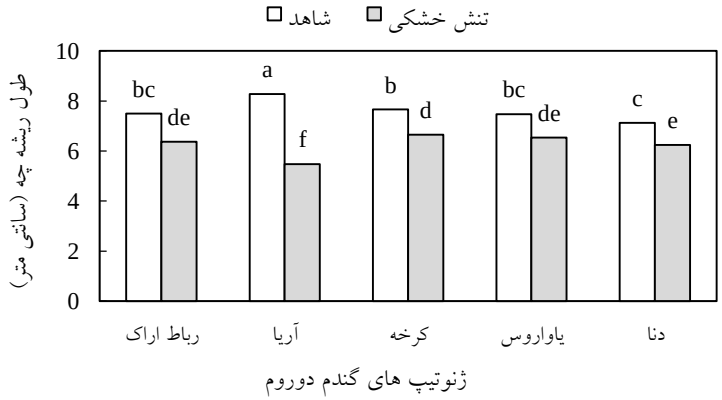
میانگین مدت زمان جوانه‌زنی و ضریب سرعت جوانه‌زنی: طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر اصلی ژنوتیپ بر ضریب سرعت جوانه‌زنی و میانگین مدت زمان جوانه‌زنی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۱). رژیم آبیاری بر این صفات تأثیر معنی‌داری نداشت که با نتایج پژوهش Azadbakht et al. (2016) طی بررسی اثر تنش خشکی بر خصویات جوانه‌زنی بذور حاصل از بوته‌های مادری ژنوتیپ‌های گلرنگ مطابقت داشت. ژنوتیپ‌های رباط اراک و کرخه به‌ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین میانگین مدت زمان‌جوانه‌زنی بود. با توجه به نتایج مقایسه میانگین، در ژنوتیپ بومی رباط اراک با میانگین ٤۷/۳۹ درصد کم‌ترین و ژنوتیپ تجاری کرخه با میانگین ۵۰/۵۳ درصد بیش‌ترین ضریب سرعت جوانه‌زنی مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی

ژنوتیپ	میانگین مدت زمان جوانه‌زنی (روز)	ضریب سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)
رباط اراک	٤٧/٣٩^{c}	٢/١١^{a}
آریا	٤٨/٨٦^{bc}	٢/٠٤^{ab}
کرخه	٥٠/٥٣^{a}	١/٩٨^{b}
یاواروس	٤٩/٢٤^{ab}	٢/٠٣^{b}
دنا	٤٩/٨٤^{ab}	٢^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد براساس آزمون دانکن ندارند.

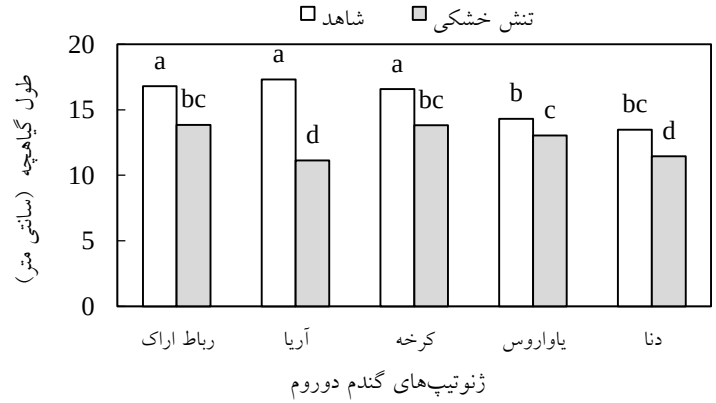
طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه: طبق نتایج تجزیه واریانس بدست آمده از این پژوهش، رژیم آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۱). واکنش طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و به تبع آن‌ها طول گیاهچه تحت رژیم آبیاری مشابه یکدیگر بود. بیش‌ترین و کم‌ترین طول ریشه‌چه و گیاهچه در شرایط عدم تنش و تنش خشکی مربوط به ژنوتیپ تجاری آریا می باشد (شکل ۲ و ٤). طول گیاهچه معیاری از بنیه گیاهچه محسوب می‌شود و در بسیاری از گونه‌های گیاهان، همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه آن مشخص شده و بنابراین از آن به‌عنوان معیاری برای ارزیابی رشد گیاهچه و بنیه آن استفاده می‌شود. کاهش رشد گیاهچه (ریشه‌چه و ساقه‌چه) بوته‌های تنش دیده ژنوتیپ‌های گندم نان (Sanjari Mazaj et al., 2017) گزارش شده است.



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر طول ریشه‌چه

شکل ۳: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر طول ساقه‌چه

ژنوتیپ‌های رباط اراک با میانگین (۹/۳۱ سانتی‌متر) در شرایط مطلوب و دنا با میانگین (۵/۲۲ سانتی‌متر) در تنش خشکی به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین طول ساقه‌چه را داشت (شکل ۳). از دلایل کاهش طول ساقه‌چه در اثر تنش آبی ایجاد شده کاهش و یا حتی عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین بیان شده است (Ebadi et al., 2011). به بیان دیگر در این شرایط به دلیل عدم انتقال مناسب مواد غذایی و آنزیم‌ها، رشد اندام هوایی کاهش خواهد یافت.

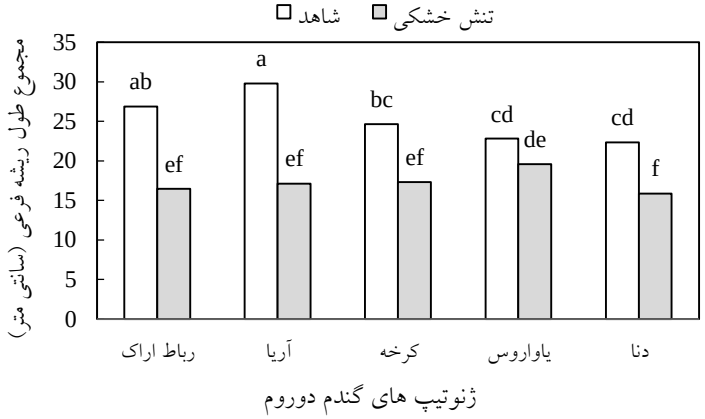


شکل ٤: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر طول گیاهچه

تعداد ریشه‌های فرعی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که رژیم آبیاری بر صفت تعداد ریشه‌های فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). تنش خشکی باعث کاهش تعداد ریشه‌های فرعی شد. بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد ریشه‌های فرعی به‌ترتیب مربوط به شرایط مطلوب و تنش خشکی با میانگین ٤/۲۲ و ۳/۱۷ بود.

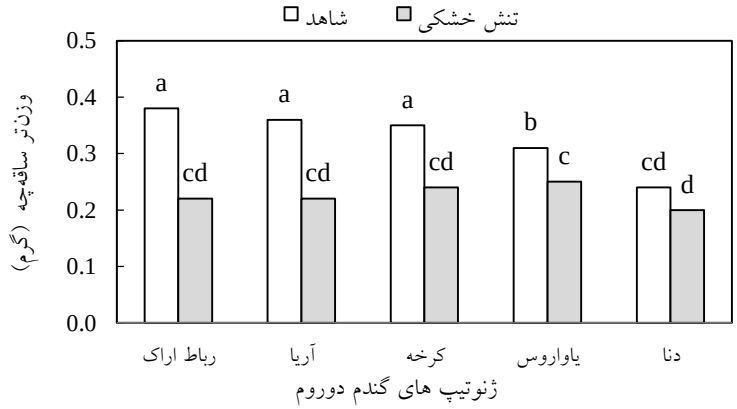
مجموع طول ریشه فرعی: جدول تجزیه واریانس نشان داد که رژیم آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر مجموع طول ریشه فرعی در سطح احتمال پنج درصد داشت. به طوری که مجموع طول ریشه‌های فرعی در ژنوتیپ‌های گندم دوروم در تنش خشکی کاهش یافت. ژنوتیپ تجاری آریا در شرایط مطلوب با میانگین ۲۹/۷۸

سانتی‌متر و ژنوتیپ تجاری دنا با میانگین ۱۵/۸۷سانتی‌متر در تنش خشکی بود. ژنوتیپ تجاری یاواروس در تنش خشکی نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها با میانگین (۱۹/۵۹) بیش‌ترین مجموع طول ریشه فرعی را داشت (۵).



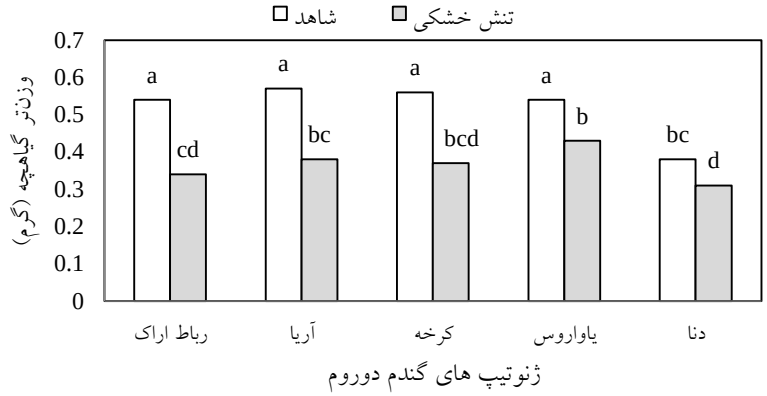
شکل ۵: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر مجموع طول ریشه فرعی

وزن‌تر ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه: طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر رژیم آبیاری و ژنوتیپ بر وزن تر ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. صفات وزن‌تر ساقه‌چه و گیاهچه تحت تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل آن در سطح احتمال پنج درصد معنی‌داری بود (جدول ۱). وزن‌تر ریشه‌چه در تنش خشکی کاهش یافت. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ تجاری یاواروس با میانگین (۰/۲ گرم) بیش‌ترین و ژنوتیپ تجاری دنا با میانگین (۰/۱۲ گرم) کم‌ترین وزن‌تر ریشه را داشت. در شرایط مطلوب بیش‌ترین و کم‌ترین وزن‌تر ساقه چه مربوط به ژنوتیپ‌های بومی رباط اراک با میانگین (۰/۳۸ گرم) و تجاری دنا با میانگین (۰/۲ گرم) (شکل ٦) و ژنوتیپ آریا در شرایط مطلوب با میانگین (۰/۵۷ گرم) دارای بیش‌ترین وزن‌تر گیاهچه بود که از لحاظ آماری با ژنوتیپ‌های رباط اراک، کرخه و یاواروس اختلافی نداشت (شکل ۷). جوانه‌زنی و رشد گیاهچه تحت تأثیر تنش‌های غیرزنده بخصوص خشکی قرار می‌گیرند. تنش خشکی محدود کننده تعداد گیاهچه یا رشد گیاهچه است (Almas et al., 2013).



شکل ٦: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر وزن‌تر ساقه‌چه

تنش خشکی سبب کاهش قابل توجه طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن تر ساقه‌چه گیاه سلنیوم[1] ایرانی شد. رشد گیاهچه سلنیوم حساس‌تر از مرحله‌ی جوانه‌زنی بود. علاوه بر این نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و پتانسیل آب کاهش یافت. افزایش نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه نشان‌دهنده‌ی این است که رشد ساقه‌چه حساس‌تر از رشد ریشه‌چه در شرایط تنش است (Mohammadizad et al., 2013).

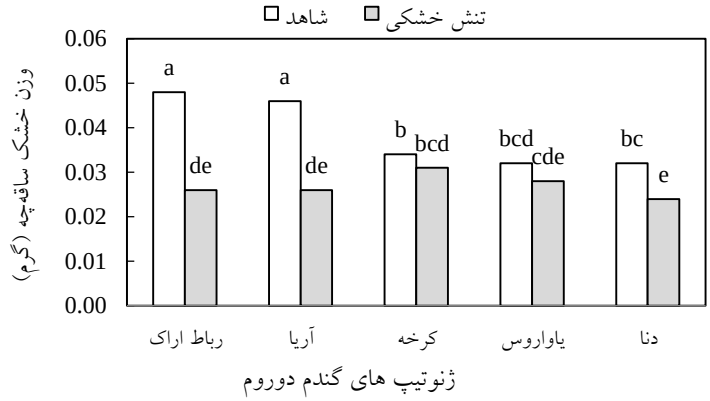


شکل ۷: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر وزن‌تر گیاهچه

وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه: با توجه به نتایج تجزیه واریانس، رژیم آبیاری، ژنوتیپ و اثر بر همکنش آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بر صفات وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه تأثیر معنی‌داری نشان داد (جدول ۱). زیست توده تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافت. در فرآیند جوانه‌زنی با کاهش وزن خشک لپه‌ها، وزن خشک محور زیر لپه (ریشه‌چه) و بالای لپه (ساقه‌چه) زیاد می‌شود. تنش خشکی، ضمن کاهش انتقال مواد به طرف ریشه‌چه و ساقه‌چه، تعادل موجود بین این دو نیز دستخوش تغییر می‌گردد که در ژنوتیپ‌های مختلف، یکسان نخواهد بود. طبق یافته‌های مقایسه میانگین اثر متقابل، ژنوتیپ‌های تجاری آریا و دنا در عدم تنش و تنش خشکی به ترتیب دارای بیش‌ترین و کم‌ترین وزن خشک ریشه‌چه و گیاهچه بود. در ژنوتیپ آریا میانگین وزن خشک ریشه‌چه (۰/۰۲۷ گرم) و گیاهچه (۰/۰۷۳ گرم) بود (شکل ۸ و ۱۰).

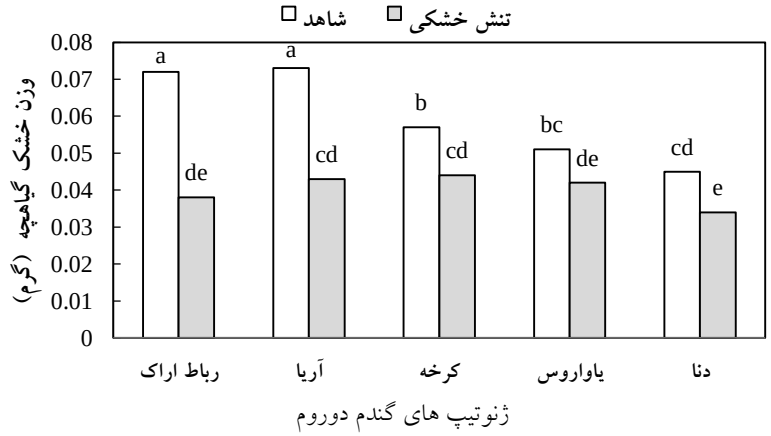
شکل ۸: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر وزن خشک ریشه‌چه

1. *Nepeta persica*



شکل ۹: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری× ژنوتیپ بر وزن خشک ساقه‌چه

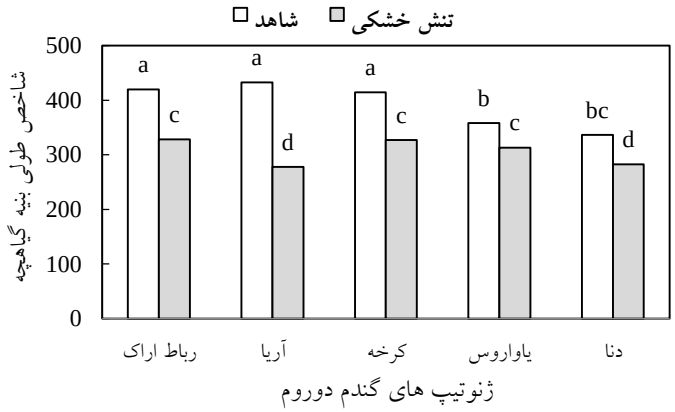
با توجه به تحقیقات که بر روی جوانه‌زنی گیاهان آفتابگردان و آویشن انجام شده بیانگر این واقعیت است که تنش خشکی رشد ریشه‌چه، ساقه‌چه و در نهایت زیست توده گیاهی در مقایسه با آبیاری مطلوب کاهش می‌یابد (Kaya et al., 2006; Alebrahim et al., 2004). بیش‌ترین وزن خشک ساقه‌چه با میانگین (۰/۰۴۸ گرم) و کم‌ترین آن با میانگین (۰/۰۲٤ گرم) به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های بومی رباط اراک و تجاری دنا بود (شکل ۹).



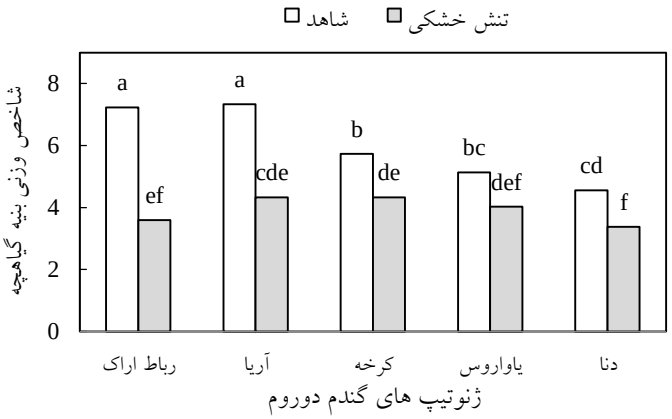
شکل ۱۰: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری× ژنوتیپ بر وزن خشک گیاهچه

شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که رژیم آبیاری، ژنوتیپ و اثر برهمکنش آن‌ها بر صفات شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). شاخص طولی و وزنی بنیه گیاهچه تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافت. با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثرات بر همکنش، در شرایط عدم تنش ژنوتیپ تجاری آریا و در تنش خشکی ژنوتیپ بومی رباط اراک بیش‌ترین شاخص طولی بنیه گیاهچه مشاهده شد (شکل ۱۱). شاخص بنیه بذر معرف درصد و پتانسیل جوانه‌زنی می‌باشد، هر چه کیفیت و بنیه بذر پایین‌تر باشد درصد جوانه‌زنی نیز پایین‌تر و شاخص بنیه بذر کاهش می‌یابد یا به عبارتی ارقام در شرایط مطلوب به دلیل ذخایر و اندوخته بیش‌تر دارای شاخص بنیه بیش‌تری هستند (Sinaki et al., 2007). ساختار ژنتیکی بذر،

شرایط تغذیه‌ای و محیطی گیاه مادری، شرایط مرحله رسیدگی، اندازه و وزن مخصوص بذر، خسارت مکانیکی و زوال بذر از عوامل مؤثر بر بنیه بذر می‌باشد (Khoshsokhan et al., 2012). ژنوتیپ‌های رباط اراک و آریا به‌ترتیب با میانگین (۷/۲۳) و (۷/۳۳) بیش‌ترین شاخص وزنی بنیه گیاهچه را در شرایط مطلوب داشت. ژنوتیپ تجاری دنا در هر دو شرایط دارای کم‌ترین شاخص وزنی بنیه گیاهچه بود (شکل ۱۲).

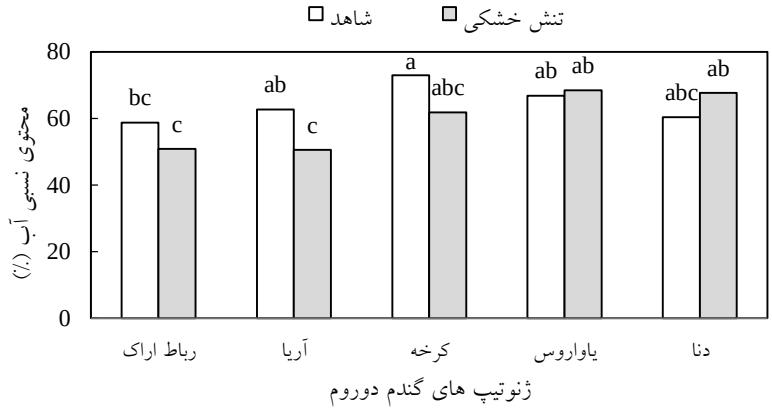


شکل ۱۱: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر شاخص طولی بنیه گیاهچه



شکل ۱۲: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری× ژنوتیپ بر شاخص وزنی بنیه گیاهچه

محتوای نسبی آب برگ: نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار رژیم آبیاری، ژنوتیپ و اثر برهمکنش آن‌ها بر محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد است (جدول ۱). تنش خشکی بر بوته‌های مادری باعث کاهش محتوای نسبی آب برگ شد. محتوای نسبی آب برگ ژنوتیپ‌های رباط اراک، آریا و کرخه در مواجه با تنش خشکی کاهش پیدا کرد. با توجه به نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل صفت محتوی آب نسبی پاسخ ژنوتیپ‌های گندم دوروم در متفاوت بود، در ژنوتیپ‌های رباط اراک، آریا و کرخه افزایش و در یاواروس و دنا کاهش یافت. همچنین ژنوتیپ تجاری کرخه در شرایط بدون تنش با میانگین (۷۳/۰۱ درصد) و ژنوتیپ تجاری آریا در تنش خشکی با میانگین (۵۰/٦ درصد) به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین درصد محتوای آب نسبی برگ را داشت. در تنش خشکی بالاترین محتوای نسبی آب برگ در ژنوتیپ‌های یاواروس با میانگین (٦٨/٤٦ درصد) و دنا با میانگین (٦٧/٦٧ درصد) مشاهده شد (شکل ۱۳). Azadbakht et al. (2016) نیز اظهار کردند که تنش خشکی به‌طور نسبی پتانسیل آب برگ و محتوای آب نسبی برگ را در ژنوتیپ‌های تنش دیده نسبت به آبیاری مطلوب را کاهش می‌دهند.



شکل ۱۳: مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × ژنوتیپ بر محتوای نسبی آب

نتیجه‌گیری نهایی

بسیاری از گونه‌های گیاهان عالی در معرض انواع تنش‌های محیطی نظیر تنش خشکی هستند. طبق نتایج این پژوهش، بذور بوته‌های تحت تنش خشکی آخر فصل خصوصیات جوانه‌زنی و پارامترهای رشد کم‌تری نسبت به شرایط آبیاری مطلوب نشان دادند. بنابراین می‌توان بیان کرد که ژنوتیپ بومی رباط اراک نتایجی مشابه ژنوتیپ‌های تجاری آریا و کرخه بدست آورد و حتی در بعضی صفات مانند طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، زیست توده و شاخص طولی بنیه گیاهچه بهتر از ژنوتیپ‌های تجاری یاواروس و دنا بود. بذر آن دسته از ارقامی که پایه مادری آن‌ها با تنش خشکی مواجه شده‌اند جهت کاشت در مناطقی با محدودیت آبیاری و یا احتمال خشکسالی در این مناطق وجود دارد، مناسب نمی‌باشند.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مسئولین دانشکده کشاورزی و آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه شاهد به خاطر فراهم کردن امکانات لازم برای انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Alebrahim, M.T., Sabaghnia, N., Ebadi, A. and Mohebodini, M. 2004. Investigation the effect of salt and drought stress on seed germination of thyme medicinal plant (*Thymus vulgaris*). Journal of Research in Agricultural Science, 1: 13-20.

Almas, D.E., Bagherikia, S. and Mashaki, K.M. 2013. Effects of salt and water stresses on germination and seedling growth of *Artemisia vulgaris* L. International Journal of Agriculture Crop Science, 56: 762–765.

Araus, J.L., Slafer, G.A., Reynolds, M.P. and Royo, C. 2002. Plant breeding and drought in C3 cereal should we breed for Annals of Botany, 89: 925-940.

Azadbakht, F., Ahmadi, Kh. and Omidi, H. 2017. Effect of terminal drought tension on seed germination indices and photosynthetic pigments of maternal genotypes safflower (*Carthamus tinctrorius* L.). Crop Physiology Journal, 8(32): 75-90. (In Persian)

Bodapati, N., Gunawardena, T.H. and Fukai, P.S.H. 2005. Increasing cold tolerance in rice. University of Queensland. School of Land and Food Sciences. RIRDC. Australia, 20p.

Burnett, S., Thomas, P. and Van Iersel, M. 2005. Post germination drenches with PEG-8000 reduce growth of salvia and marigolds. Horticulture Science, 40(3): 675-679.

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic bifortification? Plant Soil, 302: 1-17.

Clua, A., Fernandez, G., Ferro, L. and Dietrich, M. 2006. Drought stress conditions during seed development of narrowleaf birdsfoot trefoil(Lotus glaber) influences seed production and subsequent dormancy and germination. Lotus Newsletter, 36(2): 58-63.

Ebadi, M.T., Azizi, M. and Farzaneh, A. 2011. Effect of drought stress on germination factors of four improved cultivars of german Chamomile (*Matricaria recutita* L.). Journal Plant Production, 18(2): 119-132. (In Persian)

Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9, 377-409.

Farsiani, A. and Ghobadi, M.E. 2009. Effects of PEG and NaCl stress on two cultivars of corn (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stages. World Academy of Science Engineering and Technology, 57: 382-385.

Gholamin, R. and M. Khayatnezhad. 2010. Effects of polyethylene glycol and NaCl stress on two cultivars of wheat (*Triticum durum* L.) at germination and early seeding stages. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science, 9: 86-90.

Grzesiak, M.T., Marcin'ska, I., Janowiak, F., Rzepka, A. and Hura, T. 2012. The relationship between seedling growth and grain yield under drought conditions in maize and triticale genotypes. Acta Physiology Plantarum, 34: 1757-1764.

ISTA (International Seed Testing Association). 2009. International Rules for Seed Testing International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.

Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y. and kolarici, O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). European Journal Agronomy, 24: 291-295.

Khoshsokhan, F., Babalar, M., Chaghazardi H.R. and Fatahi-Moghadam, M.R. 2012. Effect of salinity and drought stress on germination indices of two Thymus species. Agronomy Research Moldavia, 45: 28-35. (In Persian)

Laura, S., Lianes, A., Reinoso, H., Reginato, M. and Luna, V. 2005. Osmotic and Specific Ion Effects on the Germination of Prosopis strombulifera. Annual Botany, 96(2): 261–267.

Levitt, J. 1980. Response of plants to environmental stresses: water, radiation, salt and other stresses. Academic press, New Yourk. pp: 187-211.

Mohammadizad, H.A., Khazaei, I., Ghafari, M., Fatehi Sinehsar, M.F. and Barzegar, R. 2013. Effect of Salt and Drought Stresses on Seed Germination and Early Seedling Growth of *Nepeta persica*. International Journal of Farming and Allied Sciences, 2(21): 895-899.

Mostafavi, K.H. 2011. An evaluation of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius L.*) seed germination and seedling characters in salt stress conditions. African Journal of Agriculture Research, 6: 1667-1672.

Nachit, M.M., Baum, M., Porecidu, E., Monneveux, P. and Picard, E. 1998. SEWANA (South Eroupe, West Asia and North Africa) Durum Research Network. Proceeding of the SEWANA Durum Network Workshop, 20-23 March 1995. ICARDA, Aleppo, Syria. Vii + 354 p.

Parmoon, Gh., Ebadi, A., Jahanbakhsh Godahkahriz, S. and Davari, M. 2013. Effect of seed priming by salicylic acid on the physiological and biochemical traits of aging milk thistle (*Silybum marianum*) seeds. European Journal of Cancer Prevention, 7(4): 223-234. (In Persian)

Passioura, J.B. 2007. The drought environment physical, biological and Agricultural perspectives. Journal Experimental Botany, 58(2): 113-117.

Sanjari Mazaj, T., Amini Dehaghi, M., Ahmadi, Kh. and Darzi Ramandi, H. 2017. The effect of drought stress on seed germination indices of 15 genotypes of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal Seed Research, 6(1): 41-53. (In Persian)

Sinaki, J.M., Majidi-Heravan, E., Shirani Rad, A.H., Noor-mohammadi, G.H. and Zarei, G. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brasica napus* L.). American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science, 2: 417-422.

Srivastava, J.P. 1984. Durum wheat: its world status and potential in the Middle East and North African Rachis, 3, 1-8.

Yagmur, M. and Kaydan, D. 2008. Allevation of osmotic stress of water and salt in germination and seedling growth of triticale with seed priming treatments. African journal of biotechnology, 7(13): 2156-2164.

Journal of Seed Research, Vol. 7, No. 4, Winter 2018

Effect of Terminal Drought Stress on Germination Characteristics of Stressed Plants of Five Durum Wheat Genotypes

Ahmadi, Kh.[1], Darzi-Ramandi, H.[2*], Hossein Fotokian, M.[3]

[1]M.Sc. Graduated Student, University of Shahed, Tehran, Iran
[2]Ph.D. Student, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran
[3]Associate Professor, University of Shahed, Tehran. Iran

Abstract

This research was carried out to study the effect of terminal drought stress on characteristics of seed germination and growth parameters of seeds maternal of five durum wheat genotypes. An experiment was conducted in a factorial based on completely randomized design with three replications at Seed Technology Laboratory of Agriculture Faculty of Shahed University in 2016. The factors included irrigation regimes in two levels of seeds produced under optimal irrigation conditions and terminal drought stress on mother plants of durum wheat genotypes including five genotypes: Rabat Arak (domestic), Aria (commercial), Karkheh (commercial), Yavarus (commercial) and Dena (commercial). Results showed that drought stress had significant effects on the studied traits. Seed germination of Aria commercial genotype produced in drought stress was 100%, while declined in other genotypes. Mean comparison of seedling vigor index length and weight in genotypes and drought interactions showed that the highest seedling vigor index length was in seeds of Aria commercial genotypes under normal irrigation (with 432.83) and seeds of Robat Arak domestic genotype under drought stress (with 328.15). Robat Arak domestic genotype (7.23) and Aria commercial (7.33) genotype produced the highest weighted index seedling vigor. Dena commercial genotype in both conditions was the lowest weighted index vigor. In general, it can be concluded that drought stress on mother plant characteristics of studied genotypes reduced germination, seedling growth and seed quality.

***Keywords*:** Durum wheat, germination, relative water content (RWC), seedling vigor index, total lateral root length.

*Corresponding author, hramandi4@gmail.com