تأثیر تنش خشکی و محدودیت منابع فتوسنتزی در گیاه مادری بر خصوصیات جوانه‌زنی و بنیه بذر تولیدی گندم (رقم زرین)

مجید عبدلی[1*]، محسن سعیدی[2]

[1]دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

[2]دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۰۱

چکیده

شرایط محیطی در طی نمو و رسیدگی بذر می‌تواند روی خصوصیات جوانه‌زنی و بنیه بذر تولید شده تأثیر بگذارد. بر همین اساس، آزمایشی در دو قسمت مزرعه‌ای و آزمایشگاهی طی سال ۱۳۹۰ در دانشگاه رازی کرمانشاه به‌منظور ارزیابی تأثیر شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی بر جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی گندم (رقم زرین) به اجرا در آمد. تیمار شرایط رطوبتی شامل آبیاری مطلوب (آبیاری در تمام مراحل رشدی) و تنش خشکی (طی گرده‌افشانی تا رسیدگی فیزیولوژیکی) بود و تیمار محدودیت منابع فتوسنتزی شامل شاهد، حذف برگ پرچم و حذف همه برگ‌ها به‌غیر از برگ پرچم بودند. بذور بدست آمده از قسمت مزرعه‌ای در آزمایشگاه مورد استفاده قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر متقابل شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی بر طول و وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و همچنین شاخص بنیه بذر معنی‌دار بود اما بر روی نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی غیرمعنی‌دار بود. به‌طوری که با افزایش شدت محدودیت منابع فتوسنتزی (برگزدایی) در شرایط آبیاری مطلوب از میزان کلیه خصوصیات رشدی گیاهچه اعم از وزن خشک و طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و همچنین شاخص بنیه بذر کاسته می‌شود ولی در شرایط تنش خشکی با اعمال تیمارهای محدودیت فتوسنتزی خصوصیات رشدی گیاهچه روند افزایشی دارد. به‌طور کلی تنش خشکی اعمال شده بر روی گیاه مادری طی پرشدن دانه سبب کاهش طول و وزن گیاهچه و همچنین افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی می‌شود بنابراین ظاهر شدن گیاهچه‌ها در سطح مزرعه زمان بیشتری می‌برد، پس بذوری که در اینگونه شرایط تولید می‌گردند جهت کشت در سال بعد توصیه نمی‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بنیه بذر، تنش خشکی، درصد جوانه‌زنی، گندم، منابع فتوسنتزی.

*نویسنده مسئول: majid.abdoli64@yahoo.com

مقدمه

گندم نه‌تنها یکی از مهمترین محصولات زراعی است بلکه تأمین کننده ۲۰ درصد انرژی موجود در جیره غذایی می‌باشد و نزدیک به یک سوم مردم جهان از آن برای تغذیه استفاده می‌کنند (Charkazi et al., 2010). اگرچه در محدوده وسیعی از جهان قابل کشت است اما مناطق اصلی برای تولید آن عرض‌های ۳۰ و ۵۰ درجه شمالی است که کشور ایران نیز در آن واقع شده است. ایران به‌علت موقعیت خاص جغرافیایی دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است و با متوسط نزولات ۲۴۰ میلی‌متر در سال در زمره مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار گرفته است (Heidari Sharifabad, 2008). در چنین مناطقی وقوع تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه گندم امری اجتناب ناپذیر است، که از طریق کاهش رشد (Galle et al., 2010)، کاهش میزان فتوسنتز (Yang and Zang, 2006; Saeidi and Abdoli, 2015) و تسریع پیری برگ‌ها (Martinez et al., 2003) در نهایت سبب کاهش وزن دانه و افت عملکرد می‌شود.

با توجه به خسارات ناشی از تنش خشکی، ارزیابی واکنش گیاهان بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Passioura, 2007). به‌همین جهت یکی از راههای دستیابی به ارقام مناسب گندم در مناطق خشک و نیمه خشک، شناسایی ارقامی است که کمترین کاهش عملکرد و وزن هزار دانه را داشته باشند و از طرف دیگر توان جوانه‌زنی و سرعت رشد بالایی داشته باشند. در این میان قدرت بذر در رابطه با استقرار بوته مطلوب و دستیابی به عملکرد حائز اهمیت است پس تولید بذر با کیفیت بالا در توسعه کشاورزی ارجحیت دارد. شرایط محیطی طی نمو، پرشدن دانه و حتی رسیدگی بر روی گیاه مادری می‌تواند بر خصوصیات جوانه‌زنی و بنیه بذر تولیدی مؤثر باشد که طیف وسیعی از عوامل مانند شرایط آب و هوایی منطقه، انواع تنش‌ها، تغذیه و سایر موراد را در بر بگیرد (Khaliliaqdam et al., 2012). به‌طوری که تنش خشکی در طول نمو بذر اغلب باعث کوچک و چروکیدگی بذور تولیدی شده و در نتیجه بذرهایی با بنیه ضعیف حاصل می‌گردد. در این ارتباط Abdoli and Saeidi (2012) طی تحقیقات خود بر روی گندم گزارش کردند که اعمال تنش خشکی در طی تشکیل و پرشدن دانه سبب کاهش جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه‌های تولیدی می‌گردد. همچنین .Vasei-Kashani et al (2010) بیان کردند که بذور تولیدی سویا در شرایط کمبود آب از توان کمتر جهت تولید گیاهچه برخوردارند به‌طوری که در این شرایط ارتفاع گیاهچه و بنیه کاهش می‌یابد. از طرفی بیان شده که تنش کمبود آب حاکم بر گیاه مادری سویا (Vieira et al., 1992) و ذرت (Farhadi et al., 2016) بر روی بنیه بذر تولیدی تأثیر معنی‌داری دارد. Galeshi and Bayate (2005) گزارش کردند که تنش خشکی روی گیاه مادری در حین تشکیل بذر باعث ایجاد بذرهایی چروکیده و کوچک می‌شود که بنیه ضعیف و توانایی رویش و استقرار پایینی دارند. .Farhoudi et al (2015) در مطالعه تأثیر تنش خشکی انتهای فصل بر صفات زراعی و بنیه بذر اشاره کردند که در اثر تنش خشکی آخر فصل بنیه بذر، درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام سویا کاهش یافت. پس تنش خشکی به‌طور غیرمستقیم بر خصوصیات رشدی گیاهچه‌های تولیدی اثرگذار است. سایر محققین نیز تأثیر منفی تنش خشکی روی گیاه مادری را بر خصوصیات رشدی بذور تولیدی در مرزه (Shamsaie et al., 2017) و نخود (Warmazyaryan et al., 2016) گزارش کرده‌اند.

در این بین از دست رفتن بخش‌های فتوسنتز کننده گیاه به‌ویژه برگ‌ها تحت تأثیر عوامل محیطی (مانند خشکی، گرما، آفات و غیره) موجب کاهش عملکرد محصولات زراعی می‌شود. به‌طوری که .Abdoli et al (2013) در بررسی محدودیت فتوسنتزی بخش‌های مختلف گندم به این نتیجه رسیدند که حذف برگ پرچم، حذف همه برگ‌ها به‌غیر از برگ پرچم، حذف ریشک‌ها و سایه‌اندازی سنبله به‌ترتیب کاهش ۹/۳، ۱۴/۷، ۴/۴ و ۳۲/۹ درصدی عملکرد دانه را در

شرایط مناسب رطوبتی و همچنین افت ۱۳/۴، ۸/۵، ۵/۸ و ۲۷/۱ درصدی عملکرد را در شرایط تنش خشکی انتهای فصل در پی دارد. سایر تحقیقات نیز نشانگر کاهش عملکرد دانه با افزایش شدت برگزدایی در آفتابگردان (Erbas and Baydar, 2007)، ذرت (Heidari, 2012) و گندم (Abdoli et al., 2015) است. در مورد تأثیر برگزدایی گیاه مادری بر خصوصیات جوانه‌زنی اطلاعات اندکی در دسترس است. با این حال Heidari (2012) طی تحقیقات خود بر روی ذرت بیان کرد که با افزایش شدت برگزدایی میزان درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه در بذور تولیدی افزایش یافت. بررسی‌های .Abdoli et al (2013) نشانگر این موضوع است که محدودیت منابع فتوسنتزی طی رشد دانه بر روی گیاه مادری سبب کاهش وزن خشک گیاهچه‌های تولیدی از این بذور گردید. در تحقیق دیگری Heidari (2013) در بررسی تأثیر حذف تاسل و برگزدایی بر گیاه ذرت عنوان نمود که در گیاهانی که بیشترین شدت برگزایی به‌همراه حذف تاسل بود کمترین میزان عملکرد دانه، وزن بلال، تعداد ردیف در بلال، وزن چوب بلال و وزن هزار دانه بدست آمد اما بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر در این شرایط بود. در مقابل .Abdoli et al (2013) کاهش درصد جوانه‌زنی و طول و وزن گیاهچه را در بذور گندمی که گیاه مادری آنها تحت محدودیت منابع فتوسنتزی قرار گرفته بود گزارش کردند.

باتوجه به موراد بیان شده و عدم وجود اطلاعات کافی در مورد تأثیر محدودیت منابع فتوسنتزی (در اثر برگزدایی) بر روی خصوصیات رشدی بذور تولید شده رقم گندم زرین و از طرفی بررسی و شناخت مناسب از تأثیرات منفی تنش خشکی رخ داده بر روی گیاه مادری به‌ویژه طی پرشدن دانه بر شاخص بنیه بذرو تولیدی، این آزمایش با هدف بررسی اثرات محدودیت منابع فتوسنتزی و تنش خشکی اعمال شده بر گیاه مادری بر روی خصوصیات جوانه‌زنی گندم به مرحله اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی بذور حاصل از شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی، آزمایشی در آزمایشگاه فیزیولوژی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۰ انجام شد. بذور مورد مطالعه از آزمایش مزرعه‌ای بدست آمده بودند که در آن شرایط رطوبتی در دو سطح شامل: آبیاری مطلوب (آبیاری در تمام مراحل رشدی) و تنش خشکی (قطع آبیاری پس از ۵۰ درصد گرده‌افشانی) به‌عنوان فاکتور اول و محدودیت منابع فتوسنتزی در سه سطح شامل: شاهد (بدون هیچ گونه محدودیت منابع فتوسنتزی)، حذف برگ پرچم و حذف بقیه برگ‌ها به‌غیر از برگ پرچم به‌عنوان فاکتور دوم در نظر گرفته شدند. بذوری که از آزمایش مزرعه‌ای بدست آمد مقداری به‌طور تصادفی برای بررسی تأثیر تیمارهای بیان شده بر روی جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی گندم رقم زرین انتخاب و مورد استفاده قرار گرفتند. برخی از خصوصیات زراعی و کیفی گندم مورد مطالعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

برای انجام آزمایش ابتدا پتری دیش‌های ۹ سانتی‌متری به‌منظور جلوگیری از آلودگی شسته شده و در دمای ۱۲۰ درجه به‌مدت ۲۰ دقیقه اتوکلاو شدند. بذور نیز در محلول هیپوکلریت سدیم ۲۰ درصد به‌مدت ۵۰ ثانیه و الکل ۹۶ درصد به‌مدت ۳۰ ثانیه خیسانده و سپس با آب مقطر شسته شدند. تعداد ۲۵ بذر در هر پتری دیش که در کف آن یک عدد کاغذ صافی قرار داده شد بود، کشت شدند و مقدار ۸ میلی‌لیتر آب مقطر به پتری‌ها اضافه گردید. در نهایت پتری دیش‌ها به ژرمیناتور که در دمای ۱±۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۵±۶۵ درصد تنظیم شده بود انتقال یافتند.

شمارش بذور جوانه‌زده به‌طور روزانه و در ساعت معینی انجام شد و بذوری که ریشه‌چه آنها قابل رویت و به ۲ میلیمتر رسیده بودند به‌عنوان بذور جوانه‌زده شمارش شدند. در طول آزمایش در صورت نیاز به همه پتری دیش‌ها آب مقطر اضافه شد. شمارش تا روز هفتم ادامه یافت و بعد از این مدت تمامی گیاهچه‌های موجود در هر پتری دیش، از لحاظ طول ساقه‌چه و ریشه‌چه اندازه‌گیری شدند و سپس در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد تا خشک شوند و پس از آن وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه با ترازویی با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر از فرمول‌های زیر استفاده شد:

(رابطه ۱): درصد جوانه‌زنی (Agrawal, 1991)

$$PG = (Ni / N) \times 100$$

PG درصد جوانه‌زنی، Ni تعداد بذور جوانه‌زده تا روز i ام، N تعداد کل بذر

(رابطه ۲): متوسط زمان جوانه‌زنی (Ellis and Roberts, 1981; ISTA, 2003)

$$MGT = \Sigma DNi / \Sigma N$$

MGT متوسط زمان جوانه‌زنی، Ni تعداد بذر جوانه‌زده در روز i ام، D تعداد روزها، Σ N تعداد کل بذور جوانه‌زده

(رابطه ۳): شاخص بنیه بذر (Abdul-Baki and Anderson, 1970)

$$SVI = (PG \times SL) / 100$$

SVI شاخص بنیه بذر، PG درصد جوانه‌زنی وSL طول گیاهچه بر حسب سانتی‌متر (مجموع طول ساقه‌چه و ریشه‌چه)

در نهایت محاسبات و تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۸ و مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شدند. برای رسم شکل‌ها از از نرم‌افزار Excel نسخه ۱۰ بهره گرفته شد.

جدول ۱: برخی از مشخصات زراعی و کیفی گندم (رقم زرین) مورد مطالعه.

میانگین عملکرد (تن در هکتار)	میانگین ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تیپ رشد	واکنش به بیماری زنگ زرد	مقاومت به خوابیدگی	میانگین پروتئین دانه (٪)	میانگین گلوتن (٪)	میانگین وزن هکتولیتر (کیلوگرم)
۶/۴	۱۰۳	بینابین	مقاوم	نیمه مقاوم	۱۰/۹	۲۷	۸۲/۶

نتایج و بحث

طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه: بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس (جدول ۲) مشخص شد که اثر شرایط رطوبتی بر روی طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه غیرمعنی‌دار بود ولی اثر محدودیت منابع فتوسنتزی بر روی طول ساقه‌چه و گیاهچه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. همچنین اثر متقابل هر دو فاکتور بر روی طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج اثر متقابل شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی بر روی طول ساقه‌چه نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب با اعمال تیمارهای برگزدایی، طول ساقه‌چه حاصل از بذور تولیدی کاهش یافت به‌طوری که در تیمار برگزدایی تمام برگ‌ها به‌جز برگ پرچم کمترین مقدار آن ثبت شد. در شرایط تنش خشکی روند معکوسی مشاهد شد در تیمارهای برگزدایی طول ساقه‌چه افزایش یافت به‌طوری که در تیمار برگزدایی برگ پرچم طول ساقه‌چه بیشترین مقدار را داشت (شکل ۱ الف). لازم به‌ذکر است که برای طول ریشه‌چه و گیاهچه نیز روند مشابه با طول ساقه‌چه مشاهده شد (شکل ۱ ب، ج). باتوجه به اینکه در شرایط ایده‌آل محیطی، تولید آسیمیلات در بخش‌های فتوسنتز کننده در حداکثر میزان است باعث انتقال مناسب‌تر فتوآسیمیلات‌های تولیدی به دانه‌های در حال رشد می‌گردد، که در این

شرایط میزان انتقال مجدد مواد اندوخته در میانگره‌های ساقه گندم به‌سمت دانه در کمترین مقدار است. در این شرایط احتمالاً با از دست رفتن برگ‌ها این توان تولیدی فتوآسیمیلات تنزل یافته و به طبع وزن دانه و گیاهچه‌ای که از آن بدست می‌آید کاهش می‌یابد. اما در شرایط نامساعد محیطی مثل تنش خشکی اگر حذف برگ‌های محدودی مانند برگ پرچم صورت گیرد ممکن است از طرفی موجب تشدید فتوسنتز و تولید آسیمیلات را در برگ‌ها باقیمانده شود (Mohamadtaheri et al., 2010; Abdoli et al., 2016) و از سویی به‌خاطر کاهش سطح تعرق کننده از دست دادن آب از گیاه کمتر گردد (Janmohammadi et al., 2010) و همچنین افزایش میزان بازگسیل مواد اندوخته شده در میانگره‌ها ساقه را به‌سمت دانه در پی داشته باشد (Abdoli et al., 2015). احتمالاً این امر نسبت به حالت تنش خشکی بدون برگزدایی سبب افزایش اندکی در وزن دانه و به طبع خصوصیات رشدی گیاهچه‌های تولیدی از این بذور شود. مطابق با نتایج این تحقیق .Vasei-Kashani et al (2010) بیان کردند که بذور تولیدی سویا در شرایط کمبود آب از توان کمتر جهت تولید گیاهچه برخوردارند به‌طوری که در این شرایط ارتفاع گیاهچه و بنیه کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان بیان کرد که خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی بذور تحت تأثیر تنش خشکی رخ داده در طی رشد گیاه قرار می‌گیرد. با توجه به نتایج بدست آمده احتمالاً تنش خشکی اعمال شده بر روی گیاه مادری به‌طور مستقیم از طریق کاهش وزن و اندوخته دانه و به‌طور غیرمستقیم از طریق تأثیر بر متابولیسم بذر طی جوانه‌زنی سبب کاهش خصوصیات رشدی گیاهچه ازجمله طول و وزن آن می‌گردد. در این ارتباط Abdoli and Saeidi (2012) نیز طی بررسی‌های خود بر روی نه ژنوتیپ گندم نان کاهش ۱۶/۲ و ۱۸/۲ درصدی طول ساقه‌چه و ریشه‌چه را در بذوری که گیاه مادری آنها تحت تنش خشکی قرار گرفته بودند، گزارش کردند.

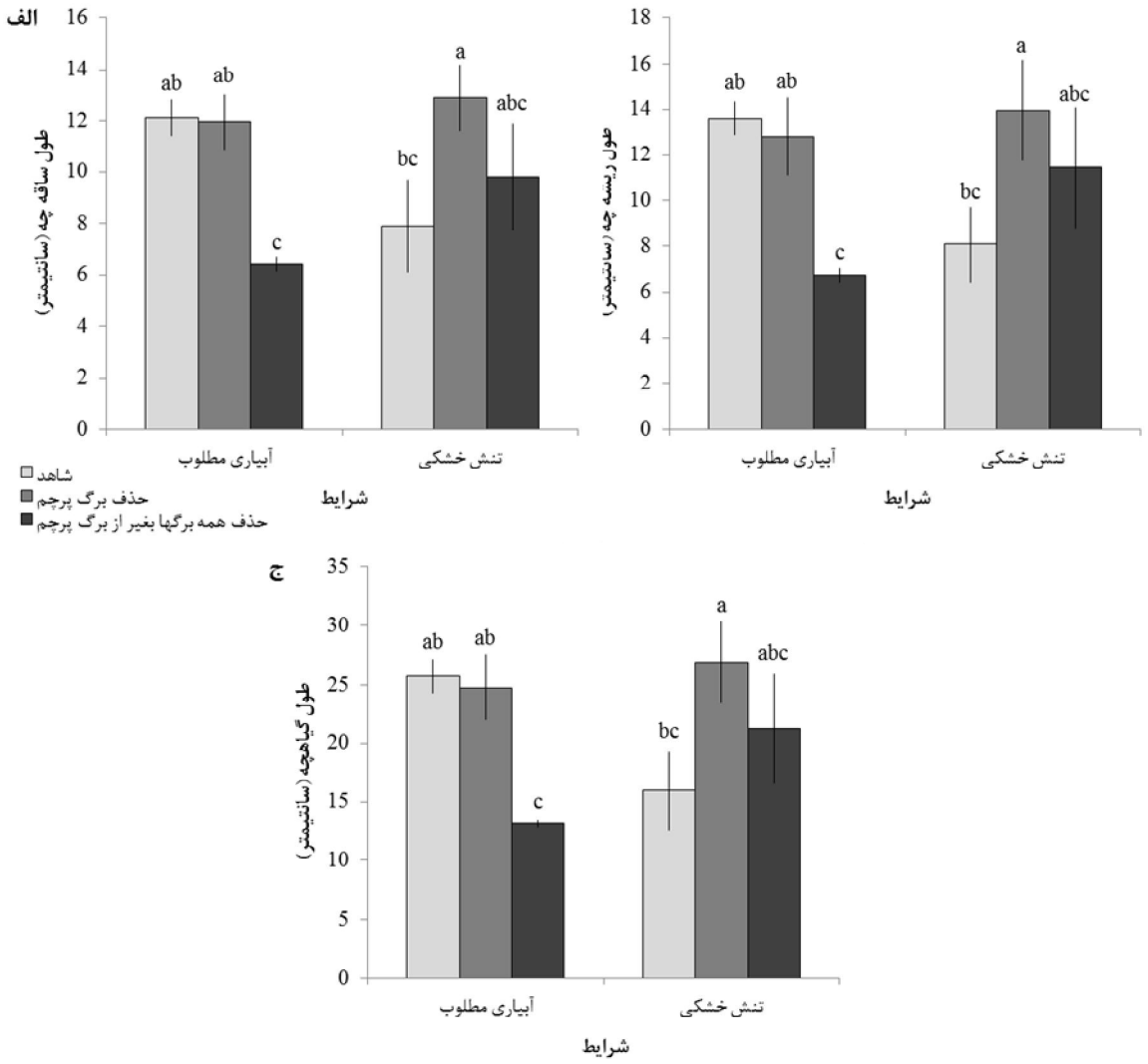
جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تحت شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی در گندم.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		طول ساقه-چه	طول ریشه‌چه	طول گیاهچه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک گیاهچه
شرایط رطوبتی	۱	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۹۷^{ns}	۳/۰۱**	۷/۴۱^{ns}
محدودیت منابع فتوسنتزی	۲	۲۸/۲*	۲۸/۰^{ns}	۱۱۲/۵*	۱/۸۵^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۲/۰۳^{ns}
شرایط رطوبتی × محدودیت منابع فتوسنتزی	۲	۲۲/۷*	۴۰/۵*	۱۲۴/۱*	۴/۰۶*	۲/۸۴**	۱۳/۵**
خطا	۱۲	۵/۴۱	۹/۰۲	۲۷/۴	۰/۶۳	۰/۳۱	۱/۶۰
ضریب تغییرات (درصد)	–	۲۲/۸	۲۷/۰	۲۴/۵	۱۱/۱	۱۱/۷	۱۰/۶

ادامه جدول ۲.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		نسب ساقه‌چه به ریشه‌چه	درصد جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	شاخص بنیه بذر
شرایط رطوبتی	۱	۰/۰۰۰۰۲^{ns}	۴۳/۵^{ns}	۰/۳۹**	۱/۸۱^{ns}
محدودیت منابع فتوسنتزی	۲	۰/۰۰۱^{ns}	۵۶/۰^{ns}	۰/۰۳^{ns}	۷۶/۱^{ns}
شرایط رطوبتی × محدودیت منابع فتوسنتزی	۲	۰/۰۱^{ns}	۲۷/۵^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۱۴۲/۱**
خطا	۱۲	۰/۰۱	۲۵/۷	۰/۰۲	۲۳/۳
ضریب تغییرات (درصد)	–	۱۱/۶	۵/۳۲	۶/۷۷	۲۳/۹

ns غیر معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج درصد و یک درصد.



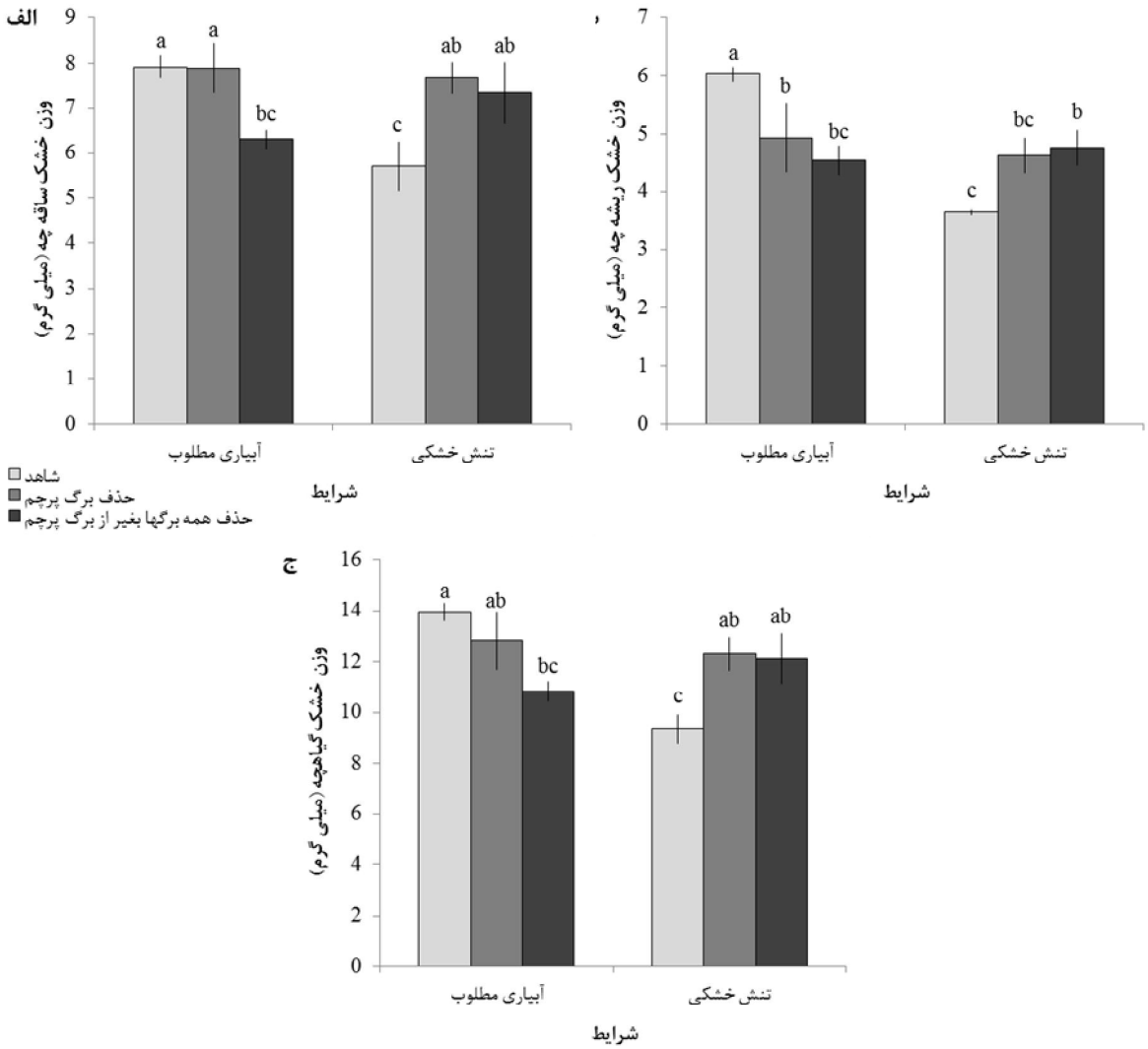
شکل ۱: مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی بر طول ساقه‌چه (الف)، ریشه‌چه (ب) و گیاهچه (ج) گندم. میله بارها بیانگر میزان اشتباه معیار (SE) است. میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

وزن خشک ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که فقط اثر اصلی تیمار شرایط رطوبتی بر وزن خشک ریشه‌چه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). از سویی دیگر اثر متقابل شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی بر وزن خشک ساقه‌چه در سطح پنج درصد و همچنین وزن خشک ریشه‌چه و گیاهچه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که از نظر وزن خشک ساقه‌چه در شرایط آبیاری مطلوب، تیمارهای شاهد و حذف برگ پرچم بیشترین و تیمار حذف همه برگ‌ها به‌غیر از برگ پرچم کمترین میزان را داشت اما در شرایط تنش خشکی با اعمال محدودیت منابع فتوسنتزی میزان وزن خشک گیاهچه افزایش یافت (شکل ۲ الف). در مورد وزن خشک ریشه‌چه و گیاهچه روند مشابهی مشاهده شد به‌طوری که در شرایط کنترل رطوبتی با افزایش شدت محدودیت منابع فتوسنتزی به همان میزان از وزن ریشه‌چه و گیاهچه بذور کاسته شد اما از نظر صفات فوق در شرایط

تنش خشکی روند بلعکس بود و با افزایش محدودیت منابع فتوسنتزی نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۲ ب، ج). در این ارتباط Abdoli and Saeidi (2012) طی تحقیقات خود بر روی گندم گزارش کردند که اعمال تنش خشکی در طی تشکیل و پرشدن دانه سبب کاهش جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه‌های تولیدی می‌گردد ولی بر روی نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه و متوسط زمان جوانه‌زنی بی‌تأثیر است. بررسی‌های .Abdoli et al (2013 a) نشانگر این موضوع است که با رخ دادن تنش خشکی طی رشد گیاه مخصوصاً طی مرحله گرده‌افشانی و پرشدن دانه سبب تولید دانه‌هایی می‌گردد که کمترین وزن خشک گیاهچه را تولید می‌کنند، و در این بین محدودیت منابع فتوسنتزی طی رشد دانه بر روی گیاه مادری سبب کاهش وزن خشک گیاهچه‌های تولیدی از این بذور گردید. می‌توان بیان کرد که کاهش منابع فتوسنتزی و تنش خشکی انتهای فصل طی پرشدن دانه احتمالاً به‌خاطر کاهش اندوخته بذور تولیدی سبب کاهش خصوصیات رشدی گیاهچه و جوانه‌زنی می‌گردد. به‌طوری که .Bonfil et al (2004) و Abdoli and Saeidi (2012) کاهش وزن دانه را در اثر تنش خشکی طی مرحله شکل‌گیری دانه گندم را گزارش کرده‌اند. پس به‌طور غیرمستقیم تنش خشکی و محدودیت منابع فتوسنتزی با تأثیر بر اندوخته غذایی بذر بر صفات رشدی گیاهچه‌های تولیدی حاصل از این بذور مؤثر هستند. سایر محققین نیز به تأثیر منفی تنش خشکی اعمال شده طی نمو دانه بر روی گیاه مادری بر وزن خشک گیاهچه‌های تولیدی از این بذور در گیاهان کلزا (Seyed Ahmadi, 2013)، سویا (Farhoudi et al., 2015)، عدس (Hatami et al., 2002)، ذرت (Farhadi et al., 2016) و گندم (Galeshi and Bayate, 2005; Abdoli and Saeidi, 2012) اشاره کرده‌اند. زیرا وقوع تنش خشکی در زمان شکل‌گیری دانه و پرشدن آن با اثر منفی بر فعالیت آنزیم‌های بذری موجب کاهش ذخایر غذایی بذر و اختلال در رشد رویان می‌شود که در نهایت کاهش طول و وزن گیاهچه را در پی دارد (Munns, 2002; Elias et al., 2006).

نسب ساقه‌چه به ریشه‌چه، درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی و متقابل تیمارهای شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی بر روی نسب ساقه‌چه به ریشه‌چه و درصد جوانه‌زنی غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲)، اما فقط اثر اصلی تیمار شرایط رطوبتی بر متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بر همین اساس نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تحت اعمال تنش خشکی در بذور حاصله که جهت آزمایش استفاده شدند متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش نشان داد (جدول ۳). این موضوع نشانگر این مطلب است که اگر طی رشد گیاه گندم تنش خشکی به‌وقوع به‌پیوندد و از بذور حاصل در سال بعد جهت کشت استفاده گردد متوسط زمان جوانه‌زنی و ظاهر شدن گیاهچه‌ها در سطح مزرعه طولانی‌تر گشته که به‌عنوان یک عامل منفی در استقرار گیاهچه به‌شمار می‌آید. بنابراین بذوری که اینگونه شرایط را دارند جهت کشت توصیه نمی‌گردد. مطابق با نتایج این تحقیق .Abdoli et al (2013) نیز کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی را در بذور حاصل از تنش خشکی رخ داده بر گیاه گندم را اعلام کردند. باتوجه به اینکه ذخایر غذایی و خصوصیات فیزیولوژی و متابولیسمی بذر بر روی خروج سریع‌تر گیاهچه و استقرار آن در سطح مزرعه مؤثر است (Elias et al., 2006). احتمالاً تنش خشکی اعمال شده بر روی گیاه مادری در این تحقیق سبب کاهش وزن دانه و به‌طبع ذخایر اندوخته‌ای بذر گشته است که این امر سبب دسترسی کمتر رویان به مواد و به‌طبع کاهش توسعه گیاهچه شده است که از پیامد آن افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی است.



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی بر وزن خشک ساقه‌چه (الف)، ریشه-چه (ب) و گیاهچه (ج) گندم. میله بارها بیانگر میزان اشتباه معیار (SE) است. میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

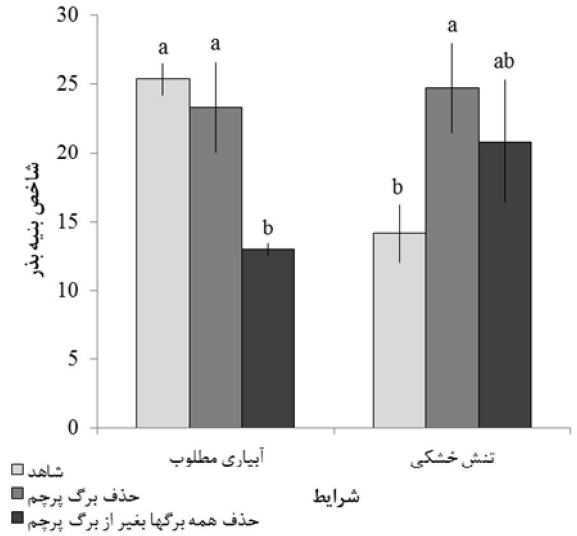
جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات ساده شرایط رطوبتی بر متوسط زمان جوانه‌زنی.

تیمارهای شرایط رطوبتی	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)
آبیاری مطلوب	۱/۹۶ b
تنش خشکی	۲/۲۶ a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

شاخص بنیه بذر: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی بر شاخص بنیه بذر در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۲). بر همین اساس نتایج اثر متقابل شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی بر شاخص بنیه بذر نشانگر این مطلب است که در شرایط مطلوب رطوبتی با اعمال

محدودیت منابع فتوسنتزی میزان بنیه بذر تولیدی کاهش می‌یابد به‌طوری که در تیمار حذف همه برگ‌ها به‌غیر از برگ پرچم کمترین میزان صفت فوق بود اما در شرایط تنش خشکی با اعمال محدودیت منابع فتوسنتری میزان بنیه بذر در بذور تولیدی افزایش می‌یابد به گونه‌ای که در تیمار حذف برگ پرچم به بیشترین میزان می‌رسد (شکل ۳). مطابق با نتایج این تحقیق Abdoli and Saeidi (2012) کاهش شاخص بنیه بذر را در بذوری که از شرایط تنش خشکی بدست آمده بودند گزارش کردند، به‌طوری که این امر سبب کاهش ۲۱/۹ درصد شاخص بنیه بذر شده بود. Prijic et al. (1998) در مطالعه تأثیر تنش خشکی طی دوره پرشدن دانه روی گیاه مادری سویا بیان کردند که این امر منجر به تولید بذور چروکیده و نارس می‌گردد که بذور فوق از بنیه و جوانه‌زنی پایینی برخوردار هستند. در ارتباط با تأثیر برگزدایی Heidari (2012) طی تحقیقات خود بر روی ذرت بیان کرد که با افزایش شدت برگزدایی میزان درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه در بذور تولیدی افزایش یافت.



شکل ۳: مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای شرایط رطوبتی و محدودیت منابع فتوسنتزی بر شاخص بنیه بذر گندم. میله بارها بیانگر میزان اشتباه معیار (SE) است. میانگین‌های با حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که ایجاد محدودیت منابع فتوسنتزی در دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی بر روی گیاه مادری سبب واکنش‌های متفاوت از نظر جوانه‌زنی و خصوصیات رشدی در بذور حاصل از این شرایط می‌گردد به‌طوری که با افزایش شدت میزان محدودیت منابع فتوسنتزی (برگزدایی) در شرایط آبیاری مطلوب از میزان کلیه خصوصیات رشدی گیاهچه اعم از وزن خشک و طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه و همچنین شاخص بنیه بذر کاسته می‌شود ولی اعمال تیمارهای محدودیت فتوسنتزی (به‌ویژه حذف برگ پرچم) در شرایط تنش خشکی نسبت به بدون محدودیت منابع فتوسنتزی بر خصوصیات رشدی گیاهچه اثر مناسبی را دارد. به‌طور کلی تنش خشکی اعمال شده بر روی گیاه مادری طی پرشدن دانه سبب کاهش طول و وزن گیاهچه و شاخص بنیه بذر می‌گردد و همچنین سبب افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی می‌شود بنابراین ظاهر شدن گیاهچه‌ها در سطح مزرعه طولانی‌تر گشته و زمان

بیشتری می‌برد و باتوجه به اینکه اکثر زارعین گندم مخصوصاً در سیستم‌های سنتی از محصول دانه برداشتی هر ساله مقداری را برای کشت در سال بعد نگهداری و استفاده می‌نمایند، پس بذوری که در اینگونه شرایط تنش خشکی تولید می‌گردند جهت کشت در سال بعد توصیه نمی‌گردد.

تقدیر و تشکر

از دانشگاه رازی کرمانشاه به‌خاطر فراهم نمودن امکانات قدردانی می‌شود.

References

Abdoli, M. and Saeidi, M. 2012. Effects of water deficiency stress during seed growth on yield and its components, germination and seedling growth parameters of some wheat cultivars. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 4(15): 1110-1118.

Abdoli, M., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Kazemi-Gavar, H., Heidari, A. and Hashemzade, H. 2013 a. The role of current photosynthesis on grain yield formation, some agronomic characteristics and germination traits in two bread wheat cultivars under terminal drought stress condition. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 5(14): 1585-1594.

Abdoli, M., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Mansourifar, S. and Ghobadi, M.E. 2013b. Effect of source restriction and drought stress during grain growth on grain yield and its components of winter bread wheat cultivars. International journal of Agronomy and Plant Production. 4(5): 1048-1059.

Abdoli, M., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Mansourifar, S. and Ghobadi, M.E. 2015. Evaluation of effect water deficiency and source limitation at the post anthesis on grain yield and remobilization of dry matter in bread wheat cultivars. Environmental Stresses in Crop Sciences. 7(2): 137-154. (In Persian).

Abdoli, M., Saeidi, M., Jalali-Honarmand, S., Mansourifar, S. and Ghobadi, M.E. 2016. Effects of source limitation and water deficiency at the post anthesis on grain filling rate, photosynthesis and gas exchange in bread wheat cultivars. Environmental Stresses in Crop Sciences. 8(2): 131-147. (In Persian).

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. Crop Science. 10: 31-34.

Agrawal, R.L. 1991. Seed Technology. Oxford and IBH, Publishing, 258 pp.

Bonfil, D.J., Karnieli, A., Raz, M., Mofradi, I., Asido, S., Egozi, H., Hoffman, A. and Schmilovitch, Z. 2004. Decision support system for improving wheat grain quality in the Mediterranean area of Israel. Field Crop Research. 89: 153-163.

Charkazi, F., Ramezanpour, S.S. and Soltanloo, H. 2010. Expression pattern of two sugar transporter genes (SuT4 and SuT5) under salt stress in wheat. Plant Omics Journal. 6: 194-198.

Elias, S.G., Garary, A., Schweitzer, L. and Hanning, S. 2006. Seed quality testing of native species. Native Plants Journal. 7(1): 15-19.

Ellis, R.A. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology. 9: 373-409.

Erbas, S. and Baydar, H. 2007. Defoliation effects on sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed yield and oil quality. Turkish Journal of Biology. 31: 115-118.

Farhadi, A., Daneshian, J., Hamidi, A., Shirani Rad, A. and Valad Abadi, S.A.R. 2016. Effect of irrigation interval and different nitrogen rates on parent plant nutrition and seed vigor and some related traits of hybrid maize single cross 704 in Kermanshah. Iranian Journal of Seed Science and Technology. 4(2): 119-136. (In Persian).

Farhoudi, R., Modhej, A. and Payandeh, Kh. 2015. Effects of final season drought tension on photosynthesis, seed yield and seed vigor of five soybean cultivars. Crop Physiology Journal. 24: 41-55. (In Persian).

Galeshi, S.A. and Bayate, T.A. 2005. Effects of post anthesis drought stress on seed vigour in two wheat cultivars. Journal Agriculture Science Natural Resource. 12(6): 113-1198.

Galle, A., Florez-Sarasa, I., Thameur, A., Paepe, R., de Flexas, J. and Ribas-Carbo, M. 2010. Effects of drought stress and subsequent rewatering on photosynthetic and respiratory pathways in *Nicotiana sylvestris* wild type and the mitochondrial complex I-deficient CMSII mutant. Journal of Experimental Botany. 61: 765-775.

Hatami, A., Ghasemi Golezani, K., Alyari, H., Shakiba, M. and Moghaddam, M. 2002. Influence of water limitation on seed vigor of lentil (*Lens Culinaris* Medick). Turkish Journal of Field Crops. 7: 86-94.

Heidari Sharifabad, H. 2008. Drought mitigation strategies for the agriculture sector. The 10th Iranian Congress of Crop Science, 18-20 August 2008, Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran. (In Persian).

Heidari, H. 2012. Effect of defoliation intensity on maize yield, yield components and seed germination. Life Science Journal. 9(4): 1594-1598.

Heidari, H. 2013. Yield, yield components and seed germination of maize (*Zea mays* L.) at different defoliation and tassel removal treatments. The Philippine Agricultural Scientist. 96(1): 42-47.

ISTA. 2003. Handbook for Seedling Evaluation (3rd ed). International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland, 223 pp.

Janmohammadi, M., Ahmadi, A. and Pustini, K. 2010. The effect of reducing leaf area and nitrogen on wheat flag leaf stomatal characteristics and performance under irrigation. Journal of Crop Production. 3(4): 177-194. (In Persian).

Khaliliaqdam, N., Soltani, A., Latifi, N. and Ghaderi-Far, F. 2012. Effect of environmental conditions on soybean seed vigor in different area of Iran. Electronic Journal of Crop Production. 5(4): 87-104. (In Persian).

Martinez, D.E., Luquez, V.M., Bartoli, C.G. and Guiamét, J.J. 2003. Persistence of photosynthetic components and photochemical efficiency in ears of water-stressed wheat (*Triticum aestivum*). Physiology Plant. 119: 1-7.

Mohamadtaheri, M., Ahmadi, A. and Pustini, K. 2010. Old and new varieties of wheat response temperate, warm and cold cuts power supply to Iran. Iranian Journal of Crop Sciences. 41(2): 271-280. (In Persian).

Munns, R. 2002. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment. 25: 239-250.

Passioura, J. 2007. The drought environment: Physical, biological and agricultural perspectives. Journal of Experimental Botany. 58: 113-117.

Prijic, L., Jovanovic, M. and Glamoclija, D. 1998. Germination and vigor of wrinkled and greenish soybean seed. Seed Science and Technology. 26: 377-283.

Saeidi, M. and Abdoli, M. 2015. Effect of drought stress during grain filling on yield and its components, gas exchange variables, and some physiological traits of wheat cultivars. Journal of Agricultural Science and Technology. 17(4): 885-898.

Seyed Ahmadi, S.A. 2013. Evaluation of germination and vigor parameters of rapeseed parent's seed resulted from the heat and drought stress at the end of growth season. Crop Physiology Journal. 17: 61-75. (In Persian).

Shamsaie, M., Sodaei Zadeh, H. and Tajamolian, M. 2017. Evaluation of the effects of drought stress of mother plants on some seed germination indices of *Satureja hortensis*. Desert Management. 8: 27-35. (In Persian).

Vasei-Kashani, S.M., Hamidi, I., Daneshian, J., Heidari-Sharifabad, H. and Afshar, H. 2010. Effect of water stress on soybean (*Glycin max* (L.) Meril) seed vigor. 11th Iranian Crop Science Congress, 24-26 July 2010, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran. (In Persian).

Vieira, R.D., Tekrony, D.M. and Egli, D.B. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field of soybean seed germination and vigor. Crop Science. 32: 471-475.

Warmazyaryan, Kh., Sohrabi, Y. and Weisani, W. 2016. Germination characteristics of seeds obtained from four chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars under different irrigation levels. Plant Production Technology. 1: 87-98. (In Persian).

Yang, J. and Zang, J. 2006. Grain filling of cereals under soil drying. New Phytology. 169: 223-236.