اثر تنش خشکی بر مراحل رشد لاین های پیشرفته گندم دوروم

ورهرام رشیدی[۱]، رسول دهقانپور[۲]، محسن رشدی[۳] و احمد رزبان حقیقی[۴]

چکیده

به منظور مطالعه اثر تنش خشکی بر مراحل رشد گندم دوروم، تحقیقی به صورت آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا شد. فاکتور اصلی مراحل تنش در پنج سطح(a_0: بدون تنش، a_1: تنش در مرحله پنجه زنی، a_2: تنش در مرحله ساقه روی،:a_3 تنش در مرحله گلدهی و a_4: تنش در مرحله دانه بندی) و فاکتور فرعی شامل ۸ لاین گندم دوروم بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی روی کلیه صفات اثر معنی دار داشت. همچنین معنی دار بودن اثر متقابل لاین × مرحله تنش خشکی برای اکثر صفات به جز بیوماس نشان دهنده رفتار متفاوت لاین‌ها در مراحل مختلف تنش از نظر آن صفات بود. برآورد همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که صفت عملکرد دانه با شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی دار داشت. از شاخص‌های مقاومت به خشکی محاسبه شده در این پژوهش STI و GMP مناسب ترین شاخص‌ها شناخته شدند و بر اساس این شاخص‌ها لاین‌های ۱ و ۲ پرمحصول ترین و متحمل ترین لاین‌ها نسبت به تنش خشکی بودند.

کلمات کلیدی: *تنش خشکی، شاخص های تحمل به خشکی، گندم دوروم ، مراحل رشد.*

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۲۰

۱. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران (نویسنده مسئول)

Email: rash270@yahoo.com

۲. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، خوی، ایران

۳. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، خوی، ایران

۴. کارشناس ارشد باغ گیاه شناسی جهاد کشاورزی تبریز

مقدمه و بررسی منابع علمی

در کشاورزی، خشکی به وضعیتی اطلاق می شود که میزان و توزیع بارندگی طی فصل رشد به اندازه ای ناچیز باشد که موجب کاهش عملکرد گیاه زراعی شود(yu and Setter, 2003 ؛ Volurie,2003). گندم یک محصول استراتژیک و ماده غذایی مهم نه تنها در ایران بلکه در کل دنیا به شمار می رود. لذا اصلاح این محصول برای مناطق خشک و نیمه خشک و دستیابی به ارقامی از گندم که تحت شرایط آب محدود تحمل بیشتری نشان داده و کاهش عملکرد کمتری داشته باشد بسیار مهم است(Salemi and Affioni, 2005). در غلات، عملکرد دانه تابع وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور یا تعداد سنبله در واحد سطح می باشد. تعداد پنجه در واحد سطح، اولین جزء عملکرد غلات می‌باشد و زیاد بودن تعداد پنجه های بارور در شرایط پتانسیل یک صفت خوب تلقی می شود (Borogevic,1990). بر اساس پژوهش‌های انجام شده، تنش خشکی در مراحل مختلف رشد به ویژه در زمان پر شدن دانه سبب کاهش عملکرد دانه می شود (Emam and Nik Negad, 1996). وزن هزار دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه در گندم بوده و بسته به طول دوره و مرحله وقوع تنش به نحو متفاوتی تحت تاثیر قرار می گیرد(Gebeyhou et al, 1982). خشکی در مرحله پر شدن دانه اگر با گرمای زیاد همراه باشد موجب تسریع پیری، کاهش دوره پرشدن دانه و کاهش وزن هزاردانه می شود (Day and Intalap, 1970). سرعت انباشت مواد و دوره-پرشدن دانه وزن نهایی دانه را تعیین می‌کنند و از صفات تاثیر گذار بر عملکرد گندم می باشند که هر دو تحت تاثیر ژنوتیپ و محیط قرار می گیرد(Duguid et al, 1996). دنیس و همکاران (Deneic et al, 2000) وزن هزار دانه را از صفات حساس در شرایط تنش خشکی عنوان کردند. یکی دیگر از مهم ترین اجزای عملکرد در گندم، تعداد دانه در سنبله می باشد. ژنوتیپ هایی که برای این صفت پایداری نشان می دهند،اغلب تحت تنش خشکی، تحمل بهتری از خود نشان می دهند.اما در صورت گزینش برای آن، وزن هزار دانه نیز باید مدنظر قرار گیرد(Sarmadnia and Koocheki, 1993). فیشر (Fisher, 1979) بیان کرد که خشکی در زمان گلدهی باعث کاهش تعداد دانه در سنبله می شود. اعمال تنش در مرحله گرده افشانی موجب عقیم شدن دانه های گرده

(Siani and Aspinall, 1981) و اختلال در فتوسنتز جاری و انتقال مواد ذخیره شده به دانه می گردد. (Richards et al,2001 ؛ Cooper et al,1996) که می تواند دلیلی بر کاهش تعداد دانه در ژنوتیپ‌ها باشد. استرلینگ و ناس(Sterling and Nass, 1981) اظهار داشتند که تنش خشکی در مرحله سنبله دهی تا پر شدن دانه به دلیل کاهش تعداد سنبله های بارور و تعداد دانه در سنبله، موجب کاهش محصول می شود.

شاخص برداشت بیانگر توان ژنوتیپ در اختصاص دادن بیشتر مواد فتوسنتزی در جهت تولید عملکرد اقتصادی(دانه) می باشد(Abdmishani and Jafari Shabestri). بلوم (Blum, 1998) اظهار داشت که واریته های پابلند قابلیت بیشتری در حفظ و پایداری عملکرد از طریق استفاده از ذخایر ساقه در انباشت مواد دانه دارند، که دلیل این امر فراوانی ذخایر در ساقه ژنوتیپ های پابلند نسبت به پاکوتاه می‌باشد. صفاتی که برای تحمل به خشکی گندم گزارش شده شامل سیستم ریشه ای گسترده به ویژه در اعماق پایین تر، مقاومت در مقابل کاهش فتوسنتز در حالت تنش خشکی، توانایی قدرت تولید در شرایط تنش و رشد سریع اولیه که مواد پرورده را ذخیره و در زمان تنش مورد استفاده قرار دهد(Hard, 1976).

هدف این تحقیق تعیین حساس‌ترین مرحله رشد گندم دوروم نسبت به تنش خشکی و تعیین لاین های متحمل و مناسب ترین شاخص های تحمل به تنش خشکی بود.

مواد و روش ها

این پژوهش طی سال زراعی ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز اجرا شد. طرح آزمایشی مورد استفاده، کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار بود. فاکتور اصلی سطوح تنش (A) در پنج سطح که عبارت از a_0(شاهد یا بدون اعمال تنش)، a_1 (تنش در مرحله پنجه زنی)، a_2 (تنش در مرحله ساقه دهی)، a_3 (تنش در مرحله گل دهی)، a_4 (تنش در مرحله دانه بندی) بود و فاکتور فرعی شامل ۸ لاین گندم دوروم بودند. پنج لاین از موسسه تحقیقات بذر و نهال کرج تهیه شده بود و سه لاین آن بومی منطقه بود که هر لاین به عنوان یک سطح فاکتور فرعی (b_i) در نظر گرفته شد(جدول۱). عملیات تهیه زمین مشتمل بر شخم پائیزه و بهاره، دیسک زنی و پخش کود فسفاته قبل از پیاده کردن نقشه کاشت بود. بذور قبل از کاشت با قارچ کش کربوکسین تیرام بر علیه سیاهک پنهان ضد عفونی شد. تراکم کاشت ۴۰۰ بوته در متر مربع وابعاد هر واحد آزمایشی ۲ متر مربع، فاصله آنها از یکدیگر ۱/۵ متر و فاصله تکرارها از همدیگر ۲ متر در نظر گرفته شد. عملیات داشت برای کلیه واحدهای آزمایشی، به غیر از آبیاری یکسان انجام شد. زمان آبیاری بر حسب نیاز گیاه و شرایط آب و هوایی به طور متوسط از هر هشت روز یک بار انجام شد. لازم به ذکر است که اعمال تنش خشکی تیمارها فقط با قطع یک دفعه آبیاری در مرحله مورد نظر انجام شد. صفات اندازه گیری شده عبارت بودند از: ارتفاع بوته، طول پدانکل، تعداد پنجه های بارور،مساحت برگ پرچم، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و بیوماس. تجزیه واریانس به صورت کرت‌های خرد شده و بر پایه طرح بلوک های

کامل تصادفی و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. ضرایب همبستگی ساده صفات مورد مطالعه و شاخص‌های تحمل به خشکی MP, GMP, MSTI , STI ,SSI و TOL نیز محاسبه شدند. برای محاسبات آماری از نرم افزار SAS، Excel و SPSS استفاده گردید.

جدول ۱ ـ لاین‌های پیشرفته گندم دوروم مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Advanced lines of durum wheat in experiment

شماره	نام لاین	منشأ
1	D\72114\EDM	خارجی
2	SHAG	خارجی
3	SHAG	خارجی
4	ARAMIDES	خارجی
5	ROLETTE	خارجی
6	یازلیق	بومی
7	یازلیق	بومی
8	یازلیق	بومی

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس(جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل لاین و مراحل تنش برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز بیوماس معنی‌دار بود که حاکی از واکنش متفاوت لاین‌ها در مراحل مختلف تنش از نظر صفات فوق می‌باشد. همچنین مراحل تنش نیز برای کلیه صفات به غیر از بیوماس معنی دار بود. بنابر این مراحل تنش بر اکثر صفات مورد مطالعه تاثیر معنی‌دار داشت. مقایسه میانگین صفات برای اثر متقابل لاین و مراحل تنش نشان داد (جدول۳)که از نظر عملکرد دانه لاین شماره۳ درشرایط شاهد و تنش در مرحله ساقه روی و نیز لاین شماره ۱ در شرایط تنش در مرحله پرشدن دانه بیشترین مقدار عملکرد دانه را داشتند اگرچه با لاین شماره ۲ در شرایط بدون تنش تفاوت معنی‌داری نداشتند. لاین شماره ۴ ازنظر صفت تعداد پنجه بارور در شرایط شاهد بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده بود. تعداد پنجه‌بارور در غلات به عنوان اولین جزء عملکرد در واحد سطح مطرح است. وجود تعداد زیاد پنجه یا سنبله به عنوان صفت خوبی در غلات تلقی می شود (Borogevic, 1990 ؛ Kazemi, 1996). اگرچه همبستگی منفی و معنی‌دار تعداد پنجه بارور با تعداد دانه در سنبله و وزن‌هزاردانه(به ترتیب ۰/۹۴- و ۰/۷۶-) نشان می‌دهد که انرژی گیاه بیشتر از آنچه به تولید دانه های بیشتر و ذخیره هیدرات‌کربن در دانه صرف

شود بیشتر به افزایش تعداد پنجه و قسمت‌های رویشی معطوف گردیده است. در نتیجه دانه‌ها به علت عدم دریافت مواد غذایی با کاهش وزن مواجه شدند(جداول۳و۴). از نظر تعداد دانه در سنبله نیز لاین شماره ۵ (در شرایط تنش در مرحله ساقه روی) و لاین شماره ۲ (در شرایط تنش در مراحل پنجه زنی و پر شدن دانه) بیشترین مقدار را داشتند. تعداد دانه در سنبله به عنوان یکی از اجزای عملکرد گندم محسوب می شود. ارقامی که به این صفت پایداری نشان می دهند نسبت به تنش خشکی متحمل ترند(Sarmadnia, 1996). (Fisher, 1979) نیز اعلام داشت که تعداد دانه در سنبله (توانایی مخزن) در مرحله رشد سنبله جوان تعیین می-شود، لذا این مرحله نمو برای تعیین پتانسیل عملکرد دانه یک مرحله بحرانی است.از نظر وزن هزار دانه نیز لاین‌های شماره ۷ (در شرایط بدون تنش) و ۱ (در شرایط تنش در مرحله پنجه زنی) بیشترین وزن‌هزار دانه را به خود اختصاص دادند. وزن‌هزاردانه یکی از اجزای عملکرد دانه در گندم می‌باشد (Gebeyhou et al, 1982) که تنش در مرحله دانه بندی موجب کاهش مقدار آن می‌شود

(Emam and Nik Negad, 1996 ;Piroznia et al, 1998; Day and Intalap, 1970; Jonston and Flower,1992; Wayhrich et al, 1995). همچنین از نظر صفت شاخص برداشت نیز لاین شماره ۶ در شرایط تنش در مرحله گل‌دهی از بیشترین شاخص‌برداشت برخوردار بود. بنابراین باتوجه به نتایج مورد اشاره می‌توان گفت که لاین‌های مورد مطالعه از نظر اکثر صفات به ویژه صفات موثر در عملکرد دانه واکنش‌های متفاوتی نسبت به تنش در مراحل مختلف رشد و نمو گندم دوروم نشان دادند. بیشترین ارتفاع مربوط به لاین ۶ (در شرایط بدون تنش و تنش در مرحله ساقه دهی)، لاین ۸(در شرایط بدون تنش) و لاین ۴ (در شرایط تنش خشکی در مراحل پنجه زنی و گلدهی) بود(جدول ۳). از نظر طول پدانکل نیز بیشترین طول پدانکل مربوط به لاین ۶ در شرایط بدون تنش و تنش در مرحله ساقه روی بود. بلوم (Blum, 1998) اظهار داشت که به دلیل انباشت زیاد مواد کربوهیدارته در ساقه ارقام پابلند نسبت به پاکوتاه پایداری خوبی برای حفظ عملکرد در شرایط تنش دارند. در حالی که آستین (Austin, 1980) اعلام کرد که لاین‌های پاکوتاه در شرایط تنش عملکرد خوبی نسبت به پابلند دارند. وجود نتایج متناقض احتمالاً نشان دهنده توانایی متفاوت ارقام جهت ذخیره‌سازی مواد فتوسنتزی در ساقه می باشد. همبستگی مثبت و معنی دار ارتفاع بوته با طول پدانکل، تعداد پنجه بارور و طول سنبله(۰/۸۷، ۰/۹۲ و ۰/۹۴) نشان می‌دهد(جدول ۴) که با افزایش ارتفاع، ارزش صفات فوق نیز افزایش می یابد. نقش طول پدانکل در عملکرد و مقاومت در برابر تنش خشکی توسط تعدادی از محققین گزارش شده است که احتمالا این نقش مثبت به دلیل ذخیره بیشتر مواد کربوهیدراته در طول پدانکل بلند نسبت به پاکوتاه است

(Rawson et al, 1977؛ Slaffer and Savin, 1996). همبستگی مثبت و معنی‌دار تعداد دانه در سنبله با وزن‌هزاردانه (۰/۸۱) نشانگر این است که در این پژوهش تحت شرایط تنش خشکی چون تعداد دانه در سنبله کاهش یافته است به همین دلیل به مواد غذایی بیشتری دسترسی داشته‌اند و وزن هزاردانه آنها بیشتر گردیده است(جدول ۴). همبستگی عملکرد با صفت شاخص برداشت مثبت و معنی‌دار (۰/۷۹) بود(جدول ۴). بنابر این می‌توان گفت که در شرایط تنش خشکی بالا بودن شاخص‌برداشت یک صفت مثبت تلقی می شود. همبستگی شاخص برداشت علاوه بر عملکرددانه با صفات مساحت برگ پرچم و وزن هزاردانه مثبت و معنی دار بود(جدول ۴). همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص برداشت با وزن‌هزاردانه توسط برخی از محققان نیزگزارش شده است(Siddique et al, 1999; Normand Moaied et al, 2001). بنابراین تحت شرایط آزمایشی تنش و بدون تنش، لاین‌های گندم دوروم کارایی بهتری در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه داشتند که این نتایج توسط سایر پژوهشگران نیز گزارش شده است (Ehdaie, 1998; Mohhamadi, 2006; Yahya et al, 2007). اسمیت (Smith, 1987) شاخص برداشت را به عنوان بهترین شاخص در بهبود ژنتیکی تحمل به خشکی پیشنهاد کرد.

نتایج بدست آمده از برآورد برخی از شاخص های تحمل به خشکی و نیز برآورد همبستگی آنها (جدول ۵ و ۶) نشان داد که بهترین شاخص تحمل به خشکی STI و GMP بود، زیرا بهترین شاخص شاخصی است که بتواند ژنوتیپ‌های متحمل به تنش و دارای عملکرد بالا را در شرایط بدون تنش و دارای تنش مشخص نماید و همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دانه در هر دو شرایط داشته باشد (Fernandez, 1992). هر چه مقدار عددی شاخص STI و GMP برای یک ژنوتیپ بیشتر باشد نشانگر تحمل به تنش و پتانسیل عملکرد بالای آن است(Tari Negad et al, 2000; Shiri, 2006; Kaffashi, 2006). با توجه به نتایج بدست آمده (جدول ۵) بر اساس شاخص TOL و SSI که مقدار پایین آنها مد نظر می باشند لاین های ۵ و ۸ به عنوان لاین های متحمل شناسایی شدند. ولی عیب مهم دو شاخص TOL و SSI ناتوانی آنها در تمایز ژنوتیپ های بهتر در هر دو شرایط با ژنوتیپ های که فقط در شرایط تنش بهتر عمل می‌کنند می‌باشد. در حالی که شاخص STI بر اساس GMP محاسبه می‌شود و چون GMP بر خلاف MP به تفاوت‌های نسبتاً شدید بین Y_P و Y_S حساسیت کمتری نشان می‌دهد بنابراین در جداسازی ژنوتیپ‌های برتر در هر دو شرایط از ژنوتیپ‌هایی که فقط درشرایط تنش برتر هستند شاخص مناسب‌تری می‌باشد(Fernandez, 1992; Farshadfar, 2000; Shiri, 2006).در این پژوهش لاین‌های ۲ و ۱ دارای STI و GMP بالا بوده و از لاین‌های متحمل به شمار می‌آیند.

همچنین با توجه به اینکه شاخص MSTI تعدیل یافته STI می‌باشد، لذا بر اساس MSTI نیز لاین های شماره ۲ و ۱ ژنوتیپ‌های متحمل شناسایی شدند.

نتیجه گیری کلی

تجزیه واریانس نشان داد که تنوع ژنتیکی قابل ملاحظه‌ای در بین لاین‌ها وجود داشت. در عین حال اثرات متقابل معنی‌دار بین لاین‌های مورد مطالعه و مراحل مختلف تنش حاکی از واکنش متفاوت لاین‌ها از نظر صفات مورد نظر در مراحل مختلف تنش بود. تنش در هر یک از مراحل رشد گندم باعث کاهش عملکرد شد اما بیشترین تأثیر آن در مرحله پنجه دهی و گلدهی بود. از نظر عملکرد دانه، لاین شماره ۲ (SHAG) ضمن داشتن عملکرد بالا در شرایط بدون تنش، کاهش عملکرد معنی‌داری در مراحل مختلف تنش نداشت و از ثبات و پایداری نسبی در عملکرد برخوردار بود. در این پژوهش شاخص های STI و GMP مناسب‌ترین شاخص شناخته شدند و بر اساس این شاخص‌ها لاین‌های ۱ و ۲ پرمحصول‌ترین و متحمل‌ترین لاین‌ها نسبت به تنش خشکی بودند.

سپاس گزاری

از کلیه کارشناسان و تکنسین‌هایی که به هر نحو در اجرای این تحقیق همکاری نمودند متشکریم.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در لاین های گندم دروم تحت تنش خشکی بر اساس آزمایش کرت های خردشده بر پایه بلوک های کامل تصادفی

Table 2- Analysis of variance traits of study in durum wheat lines under drought stress on spilt plot experiment on the basis ranomized complete blocks design

منابع تغییر s.o.v	درجه آزادی d.f	ارتفاع Height	طول پدانکل Peduncle Lenght	تعداد پنجه بارور Number of fertile tiller	مساحت برگ پرچم Flag leaf area	طول سنبله Spike Lenght	تعداد دانه در سنبله Number of grain in spike	عملکرد دانه Grain yield	وزن هزاردانه Weight of 1000 grains	شاخص برداشت Harvest Index	بیوماس Biomass
تکرار Replication	2	0.03 ns	0.01 ns	0.01 ns	0.03 ns	0.49 ns	1.13 ns	0.01 ns	25.73*	0.01 ns	0.01 ns
مراحل تنش Stress Stages	4	22.10**	1.20**	12.10**	0.85**	2.82**	50.15**	31549/39**	289.33**	78.50**	0.03 ns
خطای اول E (a)	8	0.14	0.05	0.02	0.04	0.13	0.59	0.01	16.23	0.08 ns	0.10
لاین Line	7	3460.53**	381.81**	15.30**	161.31**	72.45**	352.14**	57328.80**	424.05**	15180**	0.06 ns
مراحل تنش×لاین Stress Stayes XLine	28	100.48**	15.00**	1.82**	31.14**	1.00**	23.95**	6035.96**	46.67**	87.24**	0.06 ns
خطای دوم E (b)	70	0.16	0.10	0.20	0.60	0.32	0.43	0.01	6.36	0.06	0.04
%ضریب تغییرات C.V	–	4.90	8.60	1.72	15.70	7.35	2.19	20.20	4.90	6.70	6.50

جدول ۳ – مقایسات میانگین صفات برای اثرات متقابل مراحل تنش × لاین گندم دوروم با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪

Table3- Comparision of traits mean for interaction effects of stress stages Xdurum wheat line with use from LSD %5

مرحله تنش Stress Stage	لاین Line	ارتفاع (سانتی متر) Height (cm)	طول پدانکل (سانتی متر) Peduncle Length (cm)	تعداد پنجه بارور Number of Fertile Tiller	مساحت برگ پرچم (سانتی مترمربع) Flag leat area(cm)	طول سنبله (سانتی متر) Spike Length (cm)	تعداد دانه در سنبله Number of Grain In Spike	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Grain yield (gr/m)	وزن هزاردانه (گرم) Weight of 1ooo Grains(gr)	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index (%)
شاهد (Control)	1	69.70	34.88	5.20	21.38	7.38	36.07	473.14	**60.14**	44.22
شاهد (Control)	2	68.77	31.53	7.62	17.20	6.09	**34.80**	**507.70**	50.80	38.72
شاهد (Control)	3	71.09	32.14	4.20	**23.40**	5.08	37.30	603.12	57.62	**40.72**
شاهد (Control)	4	**96.24**	37.05	**8.41**	13.29	9.18	28.20	402.08	53.65	43.18

شاهد (Control)	5	60.94	31.14	4.27	17.50	5.50	35.49	345.17	58.38	43.36
شاهد (Control)	6	106.24	**44.15**	7.93	12.32	9.90	23.59	476.14	49.48	34.63
شاهد (trolCon)	7	82.31	40.50	6.20	7.28	10.57	31.23	344.74	65.52	35.85
شاهد (Control)	8	98.31	36.47	6.43	13.66	10.62	25.99	391.16	51.88	35.31
پنجه‌زنی (Tillering)	1	63.08	38.58	4.47	18.60	7.75	30.51	415.87	**58.57**	36.54
پنجه‌زنی (Tillering)	2	68.89	38.58	3.64	18.57	4.59	32.52	**402.71**	55.62	43.18
پنجه‌زنی (Tillering)	3	66.35	33.35	3.91	17.60	5.55	37.44	404.45	60.43	**40.47**
پنجه‌زنی (Tillering)	4	100.41	42.63	4.44	19.30	9.39	24.31	341.95	50.18	31.23
پنجه‌زنی (Tillering)	5	68.23	27.64	3.92	13.52	4.95	39.75	345.18	57.42	31.46
پنجه‌زنی (Tillering)	6	86.00	38.58	5.52	16.20	9.83	24.10	313.44	41.63	35.54
پنجه‌زنی (Tillering)	7	97.65	42.48	5.72	7.57	7.76	23.74	285.75	52.07	31.60
پنجه‌زنی (Tillering)	8	92.82	38.27	4.92	11.41	9.70	25.82	363.44	41.53	35.42
ساقه‌دهی (Stemmed)	1	69.69	33.75	4.07	18.54	6.48	36.33	601.02	**61.58**	44.33
ساقه‌دهی (Stemmed)	2	68.77	32.15	**3.41**	18.68	5.98	**39.86**	**402.08**	52.88	38.56
ساقه‌دهی (Stemmed)	3	71.34	33.98	3.93	17.60	5.15	29.43	437.72	56.0	**40.45**
ساقه‌دهی (Stemmed)	4	96.21	43.17	**6.23**	14.53	9.62	29.50	404.74	51.38	43.50
ساقه‌دهی (Stemmed)	5	60.93	31.16	3.46	13.23	5.45	33.70	340.69	54.5	43.14
ساقه‌دهی (Stemmed)	6	106.20	44.95	**5.62**	16.65	9.61	26.10	399.18	47.36	34.47
ساقه‌دهی (Stemmed)	7	82.50	42.48	**6.94**	7.44	10.64	24.71	321.02	42.36	35.44
ساقه‌دهی (Stemmed)	8	98.01	41.68	**5.62**	11.55	**11.01**	28.18	364.98	45.75	36.35
گل‌دهی (Flowering)	1	63.41	38.60	**6.94**	13.61	6.85	31.16	415.89	**55.47**	36.22
گل‌دهی (Flowering)	2	68.23	29.10	**5.62**	18.40	4.99	**32.12**	**402.71**	51.43	38.58
گل‌دهی (Flowering)	3	66.46	33.35	4.47	18.76	**4.50**	34.66	404.32	57.63	**40.79**

31.51	44.32	341.95	23.70	9.83	17.46	3.64	42.63	100.32	4	گل‌دهی (Flowering)
31.61	55.05	345.18	33.45	5.13	19.52	3.91	**27.64**	68.27	5	گل‌دهی (Flowering)
52.50	49.48	313.62	22.48	9.52	17.52	**4.43**	38.56	86.16	6	گل‌دهی (Flowering)
31.38	48.87	**285.68**	23.50	8.25	16.39	**3.92**	39.60	98.24	7	گل‌دهی (Flowering)
35.30	42.9	363.44	22.46	9.38	**7.73**	**5.52**	38.27	92.96	8	گل‌دهی (Flowering)
43.62	**57.92**	601.02	36.33	6.65	11.27	5.72	34.93	59.84	1	دانه‌بندی (Grain Filling)
35.71	48.55	**402.33**	**39.73**	6.11	18.57	4.92	31.50	67.03	2	دانه‌بندی (Grain Filling)
49.37	55.4	437.71	29.43	5.59	18.56	4.11	31.14	68.93	3	دانه‌بندی (Grain Filling)
26.54	45.68	404.74	29.50	9.14	17.66	3.42	43.18	88.05	4	دانه‌بندی (Grain Filling)
38.64	48.52	340.69	33.70	5.32	19.30	3.93	31.14	64.59	5	دانه‌بندی (Grain Filling)
33.94	39.12	399.14	26.10	9.75	13.61	**6.21**	43.82	94.23	6	دانه‌بندی (Grain Filling)
37.62	36.36	321.05	24.71	9.81	16.34	**3.46**	40.85	90.96	7	دانه‌بندی (Grain Filling)
24.21	38.74	364.98	28.18	1045	**7.59**	**5.62**	36.51	101.90	8	دانه‌بندی (Grain Filling)
0.39	4.11	108.3	1.73	2.73	0.28	0.39	0.51	7.65	LSD٪5	–

جدول ۴ ـ همبستگی میانگین صفات تحت مراحل مختلف تنش خشکی برای ۸ لاین گندم دوروم

Table4- Correlation of mean traits under drought stress stages for 8 lines durum wheat

بیوماس (۱۰) Biomass	شاخص برداشت(۹) Harvest Index	وزن هزاردانه(۸) Weight of 1ooo Grains	عملکرد دانه (۷) Grain Yield	تعداد دانه در سنبله(۶) Number of Grain In Spike	طول سنبله(۵) Spike Length	مساحت برگ پرچم(۴) Flay Leat Area	تعداد پنجه بارور(۳) Number of Fertile Tille	طول پدانکل(۲) Peduncle Lenght	ارتفاع(۱) Height	
									1	1
								1	0.87**	2
							1	0.94**	0.92**	3
						1	-0.66	-0.55	-0.64	4
					1	-0.75**	0.93**	0.92**	0.94**	5
				1	-0.95**	0.72**	-0.94**	-0.92**	-0.96**	6
			1	0.55	-0.45	0.60	-0.53	-0.30	-0.10	7
		1	-0.62**	0.81**	-0.81**	-0.66**	-0.76**	-0.61**	-0.89**	8
	1	-0.77*	-0.79*	-0.68	-0.75*	-0.77*	-0.69	-0.52	-0.75*	9
1	-0.15	-0.11	0.07	-0.49	0.46	-0.44	0.46	0.54	0.40	10

جدول ۵ ـ شاخص‌های تحمل به خشکی در لاین های گندم دوروم

Table5- Indices of drought tolerant in durum wheat lines

Line	Y_P	Y_S	TOL	MP	GMP	SSI	STI	MSTI
1	**473.14**	**415.9**	57.24	**444.52**	**443.59**	0.63	**1.1**	**1.14**
2	**507.7**	**402.71**	104.99	**455.20**	**452.16**	1.09	**1.04**	**1.36**
3	**603.12**	**404.32**	198.8	**503.72**	193.81	1.74	**1.24**	**2.30**
4	402.08	60.13	372.01	372.79	370.79	0.79	0.70	0.57
5	345.17	345.17	**0**	345.17	345.17	**0**	0.60	0.36
6	476.14	313.63	162.51	394.88	386.43	1.80	0.76	0.87
7	344.75	285.68	59.07	315.21	313.82	0.90	0.50	0.30
8	391.16	363.44	**27.72**	377.3	377.04	**0.37**	0.72	0.56

جدول ۶ ـ همبستگی شاخص های تحمل به خشکی در لاین های گندم دوروم

Table6-Correlation of drought tolerant in durum wheat lines

	Y_P	Y_S	TOL	MP	GMP	SSI	STI
Y_P							
Y_S	0.66						
TOL	0.85^{**}	0.19					
MP	0.96^{**}	0.84^{**}	0.68				
GMP	0.94^{**}	0.87^{**}	0.64	0.99^{**}			
SSI	0.74^{*}	0.01	0.97^{**}	0.53	0.49		
STI	0.95^{**}	0.86^{**}	0.66	0.99^{**}	0.99^{**}	0.50	
MSTI	0.97^{**}	0.71^{*}	0.79^{*}	0.95^{**}	0.94^{**}	0.64	0.96^{**}

References منابع مورد استفاده

- ✓ Abdmishani, S., and J.Jafari Shabestri. 1989. Evaluation of drought tolerant of wheat genotypes. Journ of Agriculture Sciences, 19(1,2) , pp 37-42.
- ✓ Austin, K.B. 1980. Physiological limitation to cereal yield and ways of reducing them by breading. In: oppotainities for increasing crop yield. Pitman pub, London.
- ✓ Blum, A. 1998. Improvment of wheat green filling under by stem reseve mebilization. Euphy. 100:77-83.
- ✓ Borogevic, S. 1990. Principles and methodes of plant breeding. Elsevier, Amsterdam.
- ✓ Cooper, M., D. E. Byth, and D. K. Woodruff. 1994. An investigation of the grain yield adaptation of advanced CIMMYT wheat lines to water stress envioroments in queensland. I:Crop physiological analysis. Aust. J. Agric. Res. 45:965-984.
- ✓ Day, A. D. And Intalap, S. 1970. Some effects of soil moisture on the growth of wheat. Agron. J. 62 27-29.
- ✓ Deneic, S., R.Kastori., B.Kobiljski, and B. Duggan. 2000. Evaluation of grain yield and its components in wheat cultivars and ladraces under near optimal and drought condition. Euphy. 113:43-52.
- ✓ Duguid, S. D., and Brule- Babe, A. L. 1994. Rate and duration of grain filling in five spring wheat genotypes. Can. J. Plant. Sci. 74:681-686.
- ✓ Ehdaie, B. 1998. Gentic variation for stem storage and its transport on grain in spring wheat on terminal drought condition. Presented Papers in the 5 th Iranian Congress on Crop Production and Plant Breeding. Karaj. Pp 22-43.
- ✓ Emam. Y., and M.Niknegad. 1996. Introduction on yield crop physiology. Shiraz University Publisher. pp 5710.
- ✓ Farshadfar, A. 2000. Selection for drought resistant of wheat bread lines. Journal of Sciences and Industries of Agriculture. 16 (2): pp 160-170.
- ✓ Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of a symposium, Taiwan, 13-18 Aug. pp. 257-270.
- ✓ Fischer, R. A. 1979. Growth and water limitation to dryland wheat yield in Austrila:a physiological framework. Journal of Ausralian Institute of Agricultural Science 45:83-94.
- ✓ Gebeyhou, G.Knott, D. R., and Baker, R. J.1982. Rate and duration of filling in durum wheat cultivars. Crop Sci. 22: 337-340
- ✓ Hurd, E. A. 1974. Phenotype and drought tolerance in wheat. Agricultural Meteorology. 14:39 - 55.
- ✓ Jonston, A. M., and D. B. Flower L. L. 1992. Response of no till winter wheat to nitrogen fertilization and drought stress. Can. J. Plant Sci.72:1075-1089.
- ✓ Kazemi. H. 1996. Study of production factors in rain fed farming. Presented Papers in the 3th Iranian Congress on Crop Production and Plant Breeding. Tabriz University Publisher. pp 160-170.

- ✓ Kaffashi, A.M., and K.Najafian. 2006. Study of drought resistant indices of Varieties and Lines of irrigated farming wheat of moderate regions. Papers Summary in the 9 th Iranian Congress on Crop Production and Plant Breeding. Tehran University. Pp 211.
- ✓ Mohhamadi. A. 2006. Evaluation of drought stress on Agronomic and morphological Characteristics on number of wheat Varieties. Journal of Pajohesh and Sazandegi in Agronomy and gardening. 19 (4): 176-187.
- ✓ Normand Moaied, F., A. Rostami, and M.R.Ganadha. 2001. Study of morphological traits of bread wheat and Those relation with yield on drought Stress and nonstress Condition. Journal of Agriculture Sciences of Iran. 32 (4): 785-796.
- ✓ Piroznia. M., G. Nematzadeh, and GH. Kianosh. 1998. Study and determination of Correlation of yield and its components with some of important agronomic traits of wheat with path analysis method. Papers Summary in the 5 th Iranian Congress on Crop Production and Plant Breeding. Karaj. Pp 1780.
- ✓ fertilization and drought stress. Can. J. Plant. Sci. 72:1075-1089.
- ✓ Rawson, H. M., A. K. Bagga., and P. M. Bremner. 1977. Aspects of adaotion by wheat and barley to soil moisture deficits. Aust. J. Plant Physiol. 4:389-401.
- ✓ Richards, R. A., Condon, A. G., and Rebotzke, G. J. 2001. Application of Physiology in wheat Breeding. In:M. P. Reynolds, J. U. Otiz-monasterio and A. Mcnab(eds). CIMMYT, Mexico.
- ✓ Salemi, H.,and D.Afioni. 2005. Effect of water deficit treatments on yield and grain yield components of wheat new varieties. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, No 3, pp 11-21.
- ✓ Sarmadnia, G.H. 1996. Importance of environment stresses in agronomy. Presented Papers in the 1 th Iranian Congress on Crop Production and Plant Breeding, Tehran University, Karaj. Pp 63-75.
- ✓ Sarmadnia. G.H., and A.Koocheki. 1993. Crop Physiology. Mashhad University Publisher. pp 467.
- ✓ Siani, H. S., and D. Aspinall. 1981. Effects of water deficit on sprogensis in wheat. Ann. Bot. 43:623-633.
- ✓ Siddique , K.H.M.,S.P.Loss.,K.L.Rrgan, and R.L. Jentter. 1999. Adaptation and seed yield of cool season grain Legomes in mediterranean environments of southwestern australia. Australian J. of Agric. Rec.50:375-386.
- ✓ Shiri.M. 2006. Evalution of drought stress tolerant of wheat genotypes in vegetative growth stages and grain filling with use of different indicies of tolerance of stress. Papers Summary in the 9 th Iranian Congress on Crop Production and Plant Breeding. Tehran University. Pp 142.
- ✓ Slaffer, G.A., and R.Savin. 1994. Post- anthesis green area duration in a semid warf and a standard height wheat cultivar as affected by sink strength. Aust. J. Agric. Res. 43:1337-1346.

- ✓ Smith, E. L. 1987. A review of plant breeding strategic for rain fed areas. In: J. P. Srivastava. , E. Procedu. , E. Acevedo and S. Varma. Drought tolerance in winter cereals. PP. 79-88.
- ✓ Sterling, J. D. E.. and H. G. Nass. 1981. Comparison of tests characterizing varieties of barley and wheat for moisture resistance. Can. J. Plant Sci. 61:383-292.
- ✓ Tari Negad, A., M.Myghadam., M.Shakiba, H.Kazemi, and A.Saiedi. 2000. Analysis of correlation coeficients of grain yield to direct and indirect effects of superseding traits way on irrigated farming Condition and drought stress of last season in genotypes of autumn wheat. Papers Summary in the 6 th Iranian Congress on Crop Production and Plant Breedig. Babolsar, Mazandaran University. Pp 163.
- ✓ Volarie. F. 2003. Seedling survival under drought differs between an annual (Hordeum vulgare) and aperennial grass. New phytologist. pp. 501 - 510.
- ✓ Wayhrich, A. A., B. F. Carver and B. C. Martin. 1995. Photosynthesis and water-efficiency of awnd and awnletted wheat. Crop Sci. 35:172-176.
- ✓ Yahya. A., A.Ranjebari, and M.Bahrani. 2007. Evaluation of grain yield and its components on wheat genotypes under drought stress post flowering. Journal of Sciences and Agriculture Techniques and Natural Resources. 11 (1), pp 317-320.
- ✓ Yu. L. X. and T. L. Setter . 2003. Comparative transcriptional profiling of placenta and endosperm in developing maize kernel in response to water deficit. Plant Physiology. PP. 568 - 582.