

بررسی اثر تنش خشکی بر روی برخی از صفات مورفولوژیک ده رقم گیاه جو در شرایط آب و هوایی اسکو (آذربایجان شرقی)

• غلامرضا بخشی خانیکی

عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور

• فهیمه فتاحی

کارشناس ارشد علوم گیاهی

• سعید یزدچی

عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۸۵

email: bakhsi@pnu.ac.ir

چکیده

به منظور ارزیابی برخی از صفات مورفولوژیک ارقام مختلف جو تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی در مرحله سنبله‌دهی، در شرایط آب و هوایی اسکو از توابع آذربایجان شرقی، آزمایشی در بهار سال ۸۳ در قالب بلوک‌های کامل تصادفی به طور جداگانه و هر کدام با سه تکرار انجام شد. برای ایجاد تنش خشکی، آبیاری در یکی از آزمایشها از مرحله سنبله‌دهی تا برداشت قطع شد و در هر دو طرح ۵ صفت مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه واریانس ساده برای هر دو بیمار نشان داد که در ارقام مورد مطالعه برای کلیه صفات به جز صفت «مساحت پرچم» اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج حاصل از تجزیه مرکب دو محیط نشان داد که بین ارقام در مورد تمامی صفات اختلاف معنی‌داری وجود دارد. اثر محیط نیز برای صفت طول سنبله غیر معنی‌دار و در بقیه صفات معنی‌دار بوده که بیانگر تأثیر منفی روی صفات در اثر اعمال تنش در مرحله سنبله‌دهی می‌باشد. اثر متقابل ژنوتیپ محیط برای صفات عملکرد دانه و مدت زمان رسیدگی معنی‌دار شد که نمایانگر واکنش متفاوت ارقام در محیط‌های مختلف است. مقایسه میانگین صفات نشان داد که در شرایط بدون تنش بیشترین عملکرد مربوط به رقم شماره ۵ و در شرایط تنش خشکی مربوط به رقم شماره ۴ می‌باشد.

کلمات کلیدی: جو، تنش خشکی، صفات مورفولوژیک، صفات گزرومورفیک، اسکو، آذربایجان شرقی

Pajouhesh & Sazandegi No 74 pp: 108-114

Drought effects of morphologic traits of 10 barley varieties in Osko area, Eastern Azarbaijan province*By: Gh. Bakhshi Khaniki. Payame Noor University, Tehran, Iran, F. Fattahi. Expert of Plant Science, S. Yazdchi. Islamic Azad University*

To evaluate some of the morphological characteristics of different varieties of barely, under the normal irrigation condition and drought stress in the spike stage, an experiment has been manipulated in the form of full random blocks, in Spring of 1383 for three periodic times. The irrigation has been stopped from spike to cropping stage for creating drought stress which five traits was examined. The analysis of simple variance examined in both treatments showed that in the studied varieties, there is a significant difference in all of the characteristics except the stamen (flower) area. The result of the compound analysis in the treatment indicated that there is a definite distinction in the varieties of all traits and impact of the environment for the length trait of the spike was significant and for the rest traits was meaningless. The counter effect of environment x genotype for the reaction of the seeds traits and its seed ripping duration become significant, which shows the different reaction of the varieties in the different environments. The comparison between the average traits proved that in non-stress condition, variety no. 5 has up the most highest performance and variety no. 4 in the drought stress as well.

Key words: Barely, Drought stress, Morphologic traits, Osko, Eastern Azarbaijan.**مقدمه**

در مناطق خشک و نیمه خشک کمبود آب یکی از عوامل محدود کننده رشد و نمو گیاهان می باشد و دستیابی به ارقامی که قادر به رشد و نمو و تولید محصول بالا در شرایط تنش خشکی باشد، بسیار مورد توجه است (۲). اگر در مرحله ای از رشد یا تمام دوره رشد آن آب مورد نیاز گیاه به طور کامل فراهم نشود گیاه تحت تنش رطوبتی قرار گرفته و بخشی از فعالیت فیزیولوژیک آن مختل می شود. در این شرایط میزان آب درون بافتها و سلولهای گیاهی به اندازه های کاهش می یابد که روند رشد گیاه دچار رکود می شود (۳).

گیاهان در برابر خشکی مکانیسم های مختلف مقاومتی از خود نشان می دهند (۱۱). به عنوان مثال برخی از گیاهان در نتیجه تنش خشکی صفات گزرومورفیک از خود بروز می دهند (۴، ۶).

کشور ایران با متوسط میزان بارندگی سالیانه ۲۶۰ میلیمتر جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب شده و نیمی از اراضی قابل کشت کشاورزان در این مناطق قرار دارند (۱۰). با روند فعلی رشد جمعیت، تولیدات مواد غذایی در آینده قطعاً جوابگوی این همه جمعیت نخواهد بود، بنابراین با در نظر گرفتن اهمیت غلات به عنوان اصلی ترین منبع غذایی مردم انجام هرگونه تحقیق در زمینه تنش خشکی با ارزش خواهد بود.

گیاه جو جزو گیاهان مقاوم به خشکی و شوری محسوب شده و در مناطق خشک که بارندگی برای تولید گندم کافی نیست، جو جایگزین گندم می شود. (۱، ۸، ۱۵، ۱۶) در مناطق نیمه خشک ارقام بهاره جو در مراحل نهایی رشد خود معمولاً با مشکل کم آبی و تنش خشکی مواجه هستند بنابراین این تحقیق، برای معرفی ارقام مقاوم به خشکی در مرحله سنبله دهی و دارای عملکرد بالا با استناد به خصوصیات گیاه شناسی و مورفولوژیکی سازگار به خشکی انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۳ در مزرعه‌ای واقع در ۵ کیلومتر اسکو انجام گردید. مواد گیاهی مورد استفاده شامل ۱۰ ژنوتیپ جو شش ردیفه بود که برخی بومی منطقه شمالغرب کشور و بقیه از ارقام اصلاح شده یا از نسل‌های پیشرفته اصلاحی بودند. زمین تحت آزمایش در پاییز سال ۸۲ به صورت آیش بود. قبل از کاشت عملیات شخم، دیسک و لولر انجام گردید. در این آزمایش ۱۰ رقم گیاه جو در دو آزمایش جداگانه و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد آزمون قرار گرفتند. هر بلوک شامل ۱۰ رقم و کاشت بذور به صورت دستی و جوی و پشته بود. هر رقم در یک واحد آزمایش شامل دو پشته به عرض ۶۰ سانتی‌متر و هر پشته شامل ۲ ردیف ۵ متری که به فاصله ۳۰ سانتیمتری هم قرار داشتند کشت شد به طوری که مساحت هر واحد آزمایشی در تمام بلوک‌ها $4 \times 0.3 \times 5 = 6 \text{ m}^2$ صفت مورد مطالعه شامل عملکرد دانه، طول بوته، طول سنبله، مدت زمان رسیدگی و مساحت پرچم بود.

برای تجزیه واریانس ساده از طرح بلوک‌های کامل تصادفی و برای تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه دو آزمایش (شرایط تنش خشکی و شرایط بدون تنش) از تجزیه مرکب استفاده گردید. برای تجزیه و تحلیل و محاسبات آماری داده‌های تحقیق از برنامه‌های Mstac و SPSS و برای رسم نمودار از برنامه Qpro استفاده شده است. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس آزمایش بدون تنش و تنش خشکی در جدول ۱ و ۲ نشان داده است. در دو آزمایش بین ارقام مورد مطالعه برای تمامی صفات به جز مساحت برگ پرچم اختلاف معنی‌داری وجود دارد که نشان دهنده وجود تفاوت‌های ژنتیکی بین ارقام مورد مطالعه است. در جدول ۳ تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی آمده است. منبع تغییر محیط برای صفت طول

جدول ۱- ارقام مورد مطالعه

شماره رقم	نام رقم
۱	بومی اسکو
۲	Rihane
۳	Rihane / Alger- union
۴	Atlas ۴۶/ kavir
۵	Gorgan/ CM ۶۷/ pro/ suo
۶	Suifa/ walfajre
۷	QC۲۱۷D۷/ Bgs
۸	Badia Kavir
۹	Rihane-۰۵
۱۰	AS-۱۶/ Atht۲-۲AD

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس ساده صفات مورد بررسی در شرایط بدون تنش

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییر
مساحت برگ پرچم	مدت زمان رسیدگی	طول سنبله	ارتفاع بوته	عملکرد دانه		
۰/۴۴۸	۱/۹	۰/۱۷۶	۱۹۰/۷۴	۲۰۲۵۵۹/۱	۲	تکرار
۰/۲۴۵	۴/۶۷*	۱/۳۹□	۱۲۲/۷۳□	۱۸۷۳۰۰/۵□	۹	ژنوتیپ
۰/۱۲۷	۱/۳۸	۰/۵۴۲	۱۶/۸۶	۱۸۶۸۰۲/۳	۱۸	خطا

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس ساده صفات مورد بررسی در شرایط تنش خشکی

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییر
مساحت برگ پرچم	مدت زمان رسیدگی	طول سنبله	ارتفاع بوته	عملکرد دانه		
۰/۶۰۵	۲۱/۲۳	۰/۶۱۱	۲۶/۳۹۵	۳۳۲۱۱۱/۱	۲	تکرار
۰/۵۴۱	۲۲/۳۴□	۲/۳۱□	۱۳۶/۳□	۵۵۲۹۸۷/۶□	۹	ژنوتیپ
۰/۲۶۹	۳/۳۸	۰/۴۲۹	۲۲/۹	۲۱۳۷۱۶/۰۳	۱۸	خطا

جدول ۳- خلاصه تجزیه واریانس مرکب صفات مورد مطالعه در ده رقم جو در دو محیط

میانگین مربعات					درجه آزادی	منابع تغییر
مساحت برگ پرچم	مدت زمان رسیدگی	طول سنبله	ارتفاع بوته	عملکرد دانه		
۰/۰۰۳□	۲۴۴۴/۸۱۷□	۰/۷۱۳	۵۲/۸۰۹□	۶۲۹۴۲۲۸/۷۹□	۱	محیط
۰/۰۳۷	۱۱/۵۶	۰/۳۹۴	۱۰۸/۵۶۹	۱۷۶۱۸۵/۱۰۴	۴	اشتباه ۱
۰/۰۱۵□	۶/۹۸□	۳/۴۹۱□	۲۵۰/۲۶۱□	۱۷۸۰۸۲۱/۲۹□	۹	ژنوتیپ
۰/۰۰۳	۲۱/۰۲□	۰/۲۳۹	۸/۷۸	۶۴۵۱۶۶/۸۷□	۹	ژنوتیپ محیط
۰/۰۰۶	۲/۳۸	۰/۴۳۱	۱۷/۶۶	۲۰۰۲۵۹/۱۸۱	۳۶	اشتباه ۲

□: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

□: اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

و ۱۰ به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را دارا بودند (جدول ۵). در شرایط آبی ارقام شماره ۵، ۱ و ۴ از نظر عملکرد دانه بالاتر از بقیه ارقام بوده و در شرایط تنش خشکی ارقام شماره ۴، ۱، ۶، ۳ و ۵ با تولید عملکرد دانه نزدیک به هم در یک گروه قرار گرفتند. این در حالی است که رقم شماره ۵ که در شرایط آبیاری معمولی، عملکرد قابل توجهی داشت با اعمال تنش آبی به طور قابل ملاحظه‌ای (حدود ۵۰٪) کاهش عملکرد نشان داده است و این بیانگر حساسیت این رقم به تنش آبی در مرحله سنبله‌دهی است. در محیط تنش خشکی ارقام شماره ۴، ۳ و ۵ به ترتیب دارای افت کمتری در عملکرد دانه می‌باشند پس می‌توان عنوان نمود در شرایط آبی رقم شماره ۵ و در شرایط تنش خشکی در مرحله سنبله‌دهی می‌توان از ارقام شماره ۴ و ۶ استفاده نمود.

با توجه به معنی‌دار شدن محیط و کاهش عملکرد کلیه ارقام در حالت تنش خشکی نسبت به محیط آبی می‌توان نتیجه گرفت که از نظر عملکرد دانه بین ۲ محیط اختلاف معنی‌داری وجود دارد و این با نتایج به دست آمده توسط سایر محققین هماهنگی دارد (۴، ۵، ۹). فتحی و مک‌دونالد (۷) عقیده دارند که کاهش فتوسنتز پس از گلدهی در اثر استرس خشکی، میزان ماده خشک تولید شده در دانه را مختل کرده و در نتیجه در عملکرد نهایی دانه تأثیر منفی می‌گذارد.

سنبله اختلاف معنی‌داری نشان نداد ولی برای بقیه صفات بین دو محیط اختلاف معنی‌دار بود.

بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. اثر متقابل ژنوتیپ محیط نیز برای صفات عملکرد دانه و مدت زمان رسیدگی معنی‌دار گردید که نشانگر تفاوت در واکنش ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مذکور در دو آزمایش است.

مقایسه میانگین صفات مورد بررسی

مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد به طور جداگانه برای آزمایش بدون تنش و تنش خشکی و تجزیه دو محیط در جداول ۴، ۵ و ۶ آورده شده است. عملکرد دانه: با توجه به جدول ۶ رقم شماره ۴ با میانگین ۳۳۶۶/۶ کیلوگرم در هکتار و رقم شماره ۲ با میانگین ۱۹۹۹/۷ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند. اثر متقابل معنی‌دار ژنوتیپ محیط در شکل ۱ نشان داده شده است که ناشی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی است. در شرایط آبی رقم شماره ۵ بالاترین و رقم شماره ۲ کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده است (جدول ۴). در حالیکه در آزمایش تنش خشکی ارقام ۴

بوده است.

مقایسه میانگین‌های سایر صفات

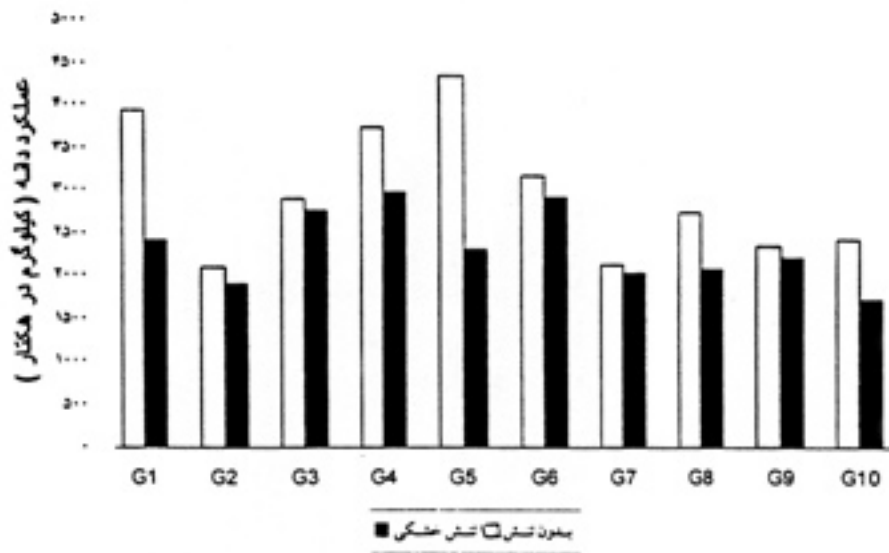
برای صفات مورد بررسی در این بخش اثر متقابل ژنوتیپ محیط در تجزیه مرکب معنی‌دار نشده است (جدول ۳).

یعنی ژنوتیپ‌ها از نظر این صفات در شرایط مختلف محیطی واکنش یکسانی داشته‌اند، بنابراین در این بخش تنها به مقایسه میانگین متوسط دو محیط (تجزیه مرکب) می‌پردازیم (جدول ۶).

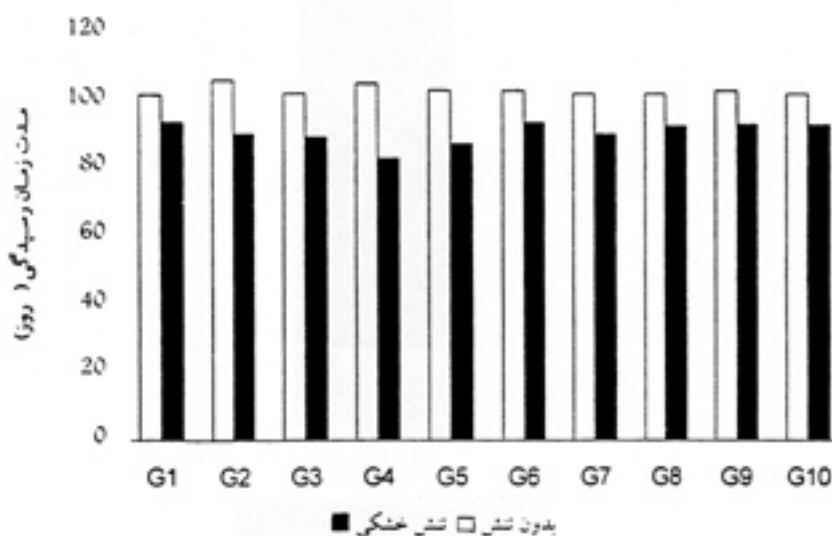
Innes همکاران (۱۶) در آزمایشی مشاهده نمودند که در شرایط خشکی پایان فصل ژنوتیپ‌های پا بلند، عملکرد دانه بیشتری از ژنوتیپ‌های پا کوتاه داشتند. آنها این امر را به قابلیت بیشتر

مدت زمان رسیدگی: اثر متقابل ژنوتیپ محیط برای این صفت معنی‌دار بود و در شکل ۲ نشان داده شده است. در محیط آبی رقم شماره ۲ با میانگین مدت زمان رسیدگی ۱۰۶/۳ روز بیشترین دوره را داشت (جدول ۴).

در شرایط تنش خشکی ارقام شماره ۴ و ۵ پایین‌ترین دوره را نسبت به بقیه ارقام داشتند (جدول ۵) و این امر بیانگر اثر تنش خشکی در مرحله زایشی در طول دوره رسیدگی این دو رقم می‌باشد. مطالعات دیگر حاکی از آن است که تنش بعد از گرده افشانی باعث تسریع مراحل فنولوژیک از جمله دوره رسیدگی می‌شود (۱۲، ۱۷). ارقام شماره ۴ و ۵ زودتر بوده و دوره زایشی آنها کمتر با شرایط نامساعد محیطی فصل تابستان مصادف



شکل ۱- میانگین عملکرد دانه ده رقم جو در دو شرایط محیطی



شکل ۲- میانگین مدت زمان رسیدگی ده رقم جو در دو شرایط محیطی

جدول شماره ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در شرایط بدون تنش

زئوتیپ	عملکرد دانه (Kg/ ha)	ارتفاع بوته (cm)	طول سنبله (cm)	مدت زمان رسیدگی (روز)
۵	۳۹۳۶/۷ a	۵۰/۷ cde	۵/۵ ab	۱۰۳ bc
۱	۳۶۳۹/۷ a	۶۰/۱ ab	۵/۹ a	۱۰۱/۷ c
۴	b۳۷۵۰ a	۶۶/۷ a	۴/۸ ab	۱۰۵ a
۶	۳۱۸۳/۳ bc	۵۴/۵ bc	۳/۹ c	۱۰۳ bc
۳	۲۹۰۶/۶ cd	۴۶ cde	۴/۵ bc	۱۰۲/۱ c
۸	۲۷۴۰ cde	۴۸/۳ cde	۳/۹ c	۱۰۲ c
۱۰	۲۴۲۸/۸ de	۴۵ de	۳/۷ c	۱۰۲ bc
۹	۲۳۴۳/۳ de	۴۴/۱ e	۴/۱ c	۱۰۳ bc
۷	۲۱۴۴/۴ e	۵۳/۸ bc	۴/۵ bc	۱۰۲ c
۲	۲۰۸۸/۳ e	۴۹/۸ cde	۴/۲ bc	۱۰۶/۳ ab
میانگین کل	۲۶۹۹/۷۷	۵۱/۹۰	۴/۵	۱۰۳/۰۱

جدول شماره ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در شرایط تنش خشکی

زئوتیپ	عملکرد دانه (Kg/ ha)	ارتفاع بوته (cm)	طول سنبله (cm)	مدت زمان رسیدگی (روز)
۴	۲۹۸۳/۳ a	۶۳/۹ a	۵/۱ bc	۸۲/۹ c
۶	۲۹۲۶/۶ ab	۵۴/۶ b	۴/۵ bc	۹۳/۴ a
۳	۲۷۷۳/۳ abc	۴۲/۵ c	۴/۴ c	۸۹/۴ ab
۱	۲۴۱۳/۳ abcd	۵۵ ab	۶/۹ a	۹۳/۸ a
۵	۲۳۰۷/۷ abcd	۴۸/۸ bc	۵/۶ b	۸۷/۵ b
۹	۲۲۱۳/۳ bcd	۴۱ c	۳/۶ c	a۹۳
۸	۲۰۷۶/۶ cd	۴۷ bc	۴ c	۹۲/۴ a
۷	۲۰۴۵ cd	۴۸/۸ bc	۴/۷ bc	۹۰/۳ ab
۲	۱۹۱۱/۱ cd	۴۳/۶ c	۴/۱ c	۹۰/۳ ab
۱۰	۱۷۱۶/۶ d	۴۷ bc	۴/۵ bc	۹۳ a
میانگین کل	۲۳۳۶/۶	۴۹/۲	۴/۷	۹۰/۶

که عملکرد دانه زئوتیپ ۵ در شرایط بدون تنش بیشتر از بقیه است. رقم شماره ۱ با مساحت پرچم ۸۲ سانتیمتر مربع بیشترین اندازه را در متوسط دو محیط دارا می‌باشد. جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که میانگین این صفت در شرایط آبی بیشتر از تنش خشکی است، یعنی تنش آبی سطح برگ را محدود نموده و سبب کاهش رشد برگ می‌شود (۱۳). برگ پرچم در پر شدن دانه دخیل بوده و بر تعداد دانه در سنبله‌ها و طول سنبله اثر مثبتی می‌گذارد.

منابع مورد استفاده

۱ - خدابنده، ناصر، ۱۳۶۹؛ غلات انتشارات دانشگاه تهران

زئوتیپ‌های پا بلند برای استخراج آب از خاک نسبت دادند. وجود ذخایر بیشتر آسیمیلانها در ساقه زئوتیپ‌های پا بلند و مصرف آنها در دوران پر شدن دانه‌ها در شرایط خشکی انتهایی در این رابطه می‌تواند نقش داشته باشد.

زئوتیپ‌ها از نظر طول سنبله در دو محیط یکسان هستند (جدول ۳) یعنی تنش اعمال شده در اوایل سنبله‌دهی روی این صفات اثر معنی‌داری نگذاشته است.

در شرایط آبی ارقام شماره ۴ و ۱ و در شرایط تنش خشکی رقم شماره ۴ دارای طول بوته، طول سنبله و عملکرد دانه زیادی هستند که نتایج فوق توسط قنبری (۷) در آزمایش تنش خشکی روی جو نیز به دست آمده است. به طوری

جدول شماره ۶- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در تجزیه واریانس مرکب دو محیط

عملکرد دانه (Kg/ ha)	مدت زمان رسیدگی (روز)	طول سنبله (cm)	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد دانه (Kg/ ha)	صفت ژنوتیپ
۴/۵ bc	۹۳/۹ d	۴/۹ bc	۶۵/۳ a	۳۳۶۶/۶ a	۴
۴/۲ c	۹۵/۲ cd	۵/۵ b	۴۹/۷ cde	۳۳۳۰/۵ a	۵
۸/۲ a	۹۷/۷ ab	۶/۴ a	۵۵ b	۳۱۷۵ a	۱
۴/۳ c	۹۸/۲ a	۴/۲ cd	۵۴/۵ bc	۳۰۵۴/۹ a	۶
۳/۷ c	۹۵/۷ bcd	۴/۴ cd	۴۴/۲ ef	۲۸۳۹/۹ ab	۳
۳/۵ c	۹۷/۲ abcd	۳/۹ d	۴۷/۶ def	۲۴۰۸/۳ def	۸
۳/۸ c	۹۸ ab	۳/۸ d	۴۲/۵ f	۲۲۷۸/۳ f	۹
۷/۲ ab	۹۶/۱ abcd	۴/۶ cd	۵۱/۳ cd	۲۰۹۴/۷ cd	۷
۶/۲ Abc	۹۷/۵ abc	۴/۵ cd	۴۶/۷ def	۲۰۷۲/۷ def	۱۰
۳/۸ c	۹۸/۳ ab	۴/۱ cd	۴۶/۷ def	۱۹۹۹/۷ def	۲
۴/۹	۹۶/۷	۴/۶	۵۰/۲	۲۶۶۲	میانگین کل

and mechanisms. In: H. G. Jones, T. J. Flowers & M. B. Jones(eds.). Plant under stress. Cambridge University press. P. 1-10. Sci. Camb. 105: 543-549.

12- Innes, P., J. Hoogendoorn & R.D. Blackwell. 1985; Effects of difference in date of early emergence and height on yield of winter wheat. J. Agric. Sci. Camb. 105: 543-549.

13- Johnson, A.M. & D.B. Flower. 1992; Response of no-till winter wheat nitrogen fertioization and drought stress. Can. J. Plant Sci. 72: 1075-1089.

14- Levitt, J. 1988; Responses of plant environmental stresses. Water, radiation, salt and other stresses. Academic press, New York.

15- Poehlman, J.M. 1985; Adaptation and distribution. In: D.C. Rasmusson (ed.). Barely. As. CSSA. Pub. No. 26. Madison, Wisconsin, USA.

16- Rasmusson, D.C. 1985; Barly. ASA. CSSA. Pub. No. 26, Madison, Wisconsin, USA.

17- Simane, B., J.M. Peacocky & P.C. Struik 1993; Difference in developmental plasticity and growth rate among drought resistance and *suceptible* cultivars of durum wheat. Plant & Soil 157: 155-166.

۲ - رستگار، محمدعلی، ۱۳۷۱؛ ۲۵۰ صفحه، دیمکاری، انتشارات برهمند.

۳ - سرمدنیا، غلامحسین و عوض کوچکی، ۱۳۷۶؛ ۳۲۰ صفحه، جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

۴ - سرمدنیا، غلامحسین، ۱۳۷۲؛ اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت، مقالات کلیدی اولین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج

۵ - فرداد، حسین و عظیم شیرولی، ۱۳۷۴؛ اثر دوره آبیاری بر عملکرد محصول دانه جو و رشد آن. مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۲۶، شماره ۱: ۳۰-۲۳

۶ - فتیحی، قدرت اله و گلن کیت مک دونالد، ۱۳۷۶؛ مقایسه شش رقم جو از نظر قابلیت انتقال ازت تحت شرایط خشکی طی دوره پر شدن دانه در گلخانه، مجله علمی کشاورزی ایران ۲۰، شماره ۱ و ۲: ۷۳-۶۱

۷ - قنبری، داود، ۱۳۷۵؛ بررسی صفات کمی ۶۴ رقم جو در شرایط تنش خشکی در منطقه خسروشهر. پایاننامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات. دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد تبریز.

۸ - کوچکی، عوض. (ترجمه)، ۱۳۷۵؛ زراعت در مناطق خشک، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

۹ - هاشمی دزفولی، ابوالحسن، عوض کوچکی و محمد بنیان، ۱۳۷۵؛ افزایش عملکرد گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد

10- Chassemi, F., A.J. Jakeman and M.A. Nix. 1995; Salinisation of land and water resourses. University of New South Wales Press LTD.

11- Jones, H. G. & M. B. Jones 1981; Some terminology