"مجله علوم زراعي ايران"
جلد يازدهم، شماره ۳، پاييز ۱۳۸۸

اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد دانه و کیفیت نانوایی ژنوتیپ‌های گندم هگزاپلوییدEffect of terminal drought stress on grain yield and baking quality of hexaploid wheat genotypes

مهدی متقی[۱]، گودرز نجفیان[۲] و محمدرضا بی همتا[۳]

چکیده

متقی، م.، گ. نجفیان و م. ر. بی همتا. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد دانه و کیفیت نانوایی ژنوتیپ‌های گندم هگزاپلوییـد. **مجلـه علـوم زراعـی ایران: ۱۱ (۳): ۳۰۶-۲۹۰.**

به منظور بررسی اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و خصوصیات کیفی(کیفیت نانوایی) ژنوتیپ هـای گنـدم، آزمایـشی بـا ۱۸۰ ژنوتیپ گندم هگزاپلوئید در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٤ در دو شرایط تنش آبی انتهایی (قطع آبیاری از مرحله گرده افشانی بـه بعـد) و بدون تنش در قالب طرح سیستماتیک بدون تکرار در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام گرفـت۰ بـا شناسـایی و دسته بندی ژنوتیپ های متحمل دارای پتانسیل عملکرد مطلوب (گروه A فرناندز)، ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل عملکـرد مطلـوب و حساس به خشکی (گروه B فرناندز) و ژنوتیپ های نسبتا متحمل، اقدام به بررسی صفات کیفی ژنوتیپ های هر سه گـروه گردیـد۰ نتایج آزمایشات مربوط به خواص نانوایی ژنوتیپ های هر سه گروه نشان داد که نظریه رایج " بهبود خصوصیات کیفی گنـدم نـان تحت شرایط تنش خشکی"، بدلیل افزایش میزان پروتئین دانه در اثر کاهش قابل توجه وزن هزار دانه در شرایط تنش، تنها در مورد ژنوتیپ های حساس (و تا حدودی در مورد ژنوتیپ های نسبتا متحمل) صادق است و در مورد ژنوتیپ های متحمل به تنش به دلیل عدم تغییر چشمگیر نسبت پروتئین به نشاسته در شرایط تنش صادق نیست۰ نتایج این آزمایش نشان داد که شناسایی ارقام پر محصول با خصوصیات کیفی مطلوب در شرایط بهینه و تنش امکان پذیر است، چنانکه در این آزمـایش ۷ ژنوتیـپ متحمـل بـه تـنش دارای کیفیت نانوایی مطلوب در هر دو شرایط بهینه و تنش شناسایی شدند۰ همچنین، اگرچه ژنوتیپ های حساس به خشکی ممکن اسـت در طی دوره های خشکی کیفیت نانوایی مطلوبی داشته باشند، اما عملکرد دانه آنها کاهش خواهد یافت۰

واژه های کلیدی: تنش خشکی انتهایی، شاخص گلوتن، کیفیت نانوایی، گندم و میزان پروتئین.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۲/۲

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران (مکاتبه کننده)
۲- استادیار مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
۳- استاد دانشگاه تهران

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

مقدمه

در حالی که در دهه های گذشته، محور اصلی برنامه های تحقیقات به نژادی غلات در ایران معرفی ارقام پر محصول در شرایط بهینه آبی بوده است، محدودیت آبیاری اراضی گندم آبی بخصوص در آخر فصل(به دلیل رقابت زراعت های بهاره با آخرین آبیاری گندم در مرحله بحرانی دانه بندی گیاه) و بدنبال آن نقصان شدید عملکرد ارقام گندم در شرایط تنش انتهایی، باعث شده تا شناسایی و معرفی ارقامی که با حداکثر دو نوبت آبیاری در بهار (پس از پایان بارندگی های بهاره) عملکرد قابل قبولی دارند، در برنامه های به نژادی مورد توجه قرار گیرد (Ghodsi *et al.*, 2004). ارزیابی واکنش ارقام و ژنوتیپ های گندم در شرایط بهینه رطوبتی و تنش آبی آخر فصل با استفاده از شاخص هایی مانند شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index = SSI) فیشر و مورر (Fisher and Maurer, 1978)، دو شاخص میانگین حسابی (Mean Productivity=MP) و تحمل (Stress Tolerance=TOL) روزیله و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) و همچنین دو شاخص تحمل به تنش (Stress Tolerance Index = STI) و میانگین هندسی (Geometric Mean Productivity = GMP) که توسط فرناندز (Fernandez, 1992) ارائه شده اند، انجام می‌شود. فرناندز در ارزیابی تظاهر عملکرد ژنوتیپ ها در دو محیط تنش و بدون تنش، به ترتیب ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مطلوب در هر دو محیط تنش و بدون تنش را در گروه A، ژنوتیپ های با عملکرد مطلوب (تظاهر خوب) در شرایط عدم تنش را در گروه B، ژنوتیپ های با عملکرد مطلوب در شرایط تنش را در گروه C و ژنوتیپ های با تظاهر ضعیف در هر دو محیط بهینه و تنش را در گروه D تقسیم بندی کرد.

جز موارد معدود، هدف از کشت گندم، تهیه نان از آرد آن است. خواص کیفی گندم تحت تاثیر ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل آنها بوده و بدلیل پیچیدگی اثر تنش های محیطی (از جمله خشکی) بر خصوصیات نانوایی گندم، مطالعه جزء به جزء آنها میسر نیست (Fowler *et al.*, 1990). گودینگ و همکاران (Gooding *et al.*, 2003) در آزمایش شدت و زمان اعمال تنش خشکی در گندم گزارش دادند که تنش خشکی با کوتاه کردن دوره پرشدن دانه، باعث کاهش عملکرد دانه، وزن هزاردانه و وزن هکتولیتر شده و بیشترین تاثیر آن در دوره پرشدن دانه، بین روزهای اول تا چهاردهم بعد از گرده افشانی می باشد. عیوضی و همکاران (Eivazi *et al,* 2006) کاهش مقادیر صفات شاخص گلوتن و گلوتنین و افزایش میزان پروتئین دانه، گلیادین، شاخص سختی دانه، عدد فالینگ و میزان جذب آب توسط آرد در شرایط تنش شوری و خشکی را گزارش کرده اند. سیال و همکاران (Sial *et al.*, 2005) با بررسی تاثیر تنش حرارتی بالا (بیش از ۳۵ درجه سانتیگراد) در مرحله دانه بندی بر خصوصیات کیفی و کمی ارقام گندم، با اشاره به کاهش وزن صد دانه و عملکرد دانه در اثر کاهش دوره پر شدن دانه در شرایط تنش، افزایش ۴ واحدی پروتئین دانه در شرایط تنش، به علت کاهش وزن دانه را گزارش کرده اند. پترسون و همکاران (Peterson *et al.*, 1998) با اشاره به تفاوت واکنش ارقام مختلف گندم به وقوع تنش، اعلام کردند که تنش دمای بالا (بیش از ۳۲ درجه سانتیگراد) در زمان پر شدن دانه، بر حجم نان و حجم رسوب SDS تاثیر مثبت دارد. اما چنانچه مدت زمان تنش از ۹۰ ساعت تجاوز نماید، بر کیفیت نانوایی تاثیر منفی شدیدی دارد. بلومنتال و همکاران(Blumenthal *et al.*, 1991) گزارش کردند که در مرحله دانه بندی بین تنش گرمایی (بیش از ۳۲ درجه سانتیگراد) با محتوای

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

پروتئین دانه همبستگی مثبت و معنی دار و بین تنش و صفات عملکرد دانه و استحکام خمیر همبستگی منفی و معنی دار وجود دارد. پی یری و همکاران (Pierre(*et al.*, 2007) گزارش کردند که تنش آبی در مرحله پر شدن دانه در ۹ ژنوتیپ گندم نان، باعث کاهش عملکرد، وزن هزاردانه و ضخامت دانه آنها شده و در مقابل میانگین محتوی پروتئین دانه از ۱۱/۶۴ به۱۲/۸۳ درصد افزایش یافت. آنها همچنین اعلام کردند که در مناطقی که وقوع تنش آبی آخر فصل معمول است، احتمال اینکه ژنوتیپ های زودرس کیفیت دانه پایدارتری داشته باشند، بیشتر است.

هوی و همکاران (Hui *et al.*, 2007) با اعمال سه تیمار تنش شدید، متوسط رطوبتی و حرارتی و شرایط بهینه رطوبتی و حرارتی در مرحله پر شدن دانه گندم، افزایش قابل توجه میزان پروتئین دانه و افت کیفیت گلوتن بر اثر افزایش چشمگیر نسبت گلیادین به گلوتنین در شرایط تنش را اعلام کردند. از سوی دیگر ازتورک و آیدین (Ozturk and Aydin, 2004) با اعمال پنج تیمار آبی مختلف بر چند رقم گندم نان، از تاثیر قابل توجه تنش آبی بر اغلب خصوصیات کیفی گندم گزارش دادند، بطوری که تمامی تیمارها افزایش قابل توجهی در میزان پروتئین، حجم رسوب و گلوتن مرطوب نسبت به تیمار آبیاری کامل نشان دادند. تنش آبی در مرحله دانه بندی نسبت به تنش آبی در مراحل اولیه رشد گیاه تاثیر معنی دار تری بر کیفیت دانه ارقام گندم داشت.

با توجه به تاثیر توام تنش خشکی (به خصوص خشکی انتهایی) بر خصوصیات کمی وکیفی گندم نان، شناسایی رابطه بین میزان تحمل وکیفیت نانوایی ژنوتیپ های مختلف گندم در شرایط خشکی از اهمیت زیادی برخوردار است. تحقیق حاضر نیز با هدف ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ های مختلف گندم در برابر شرایط مطلوب آبی و شرایط تنش خشکی، به منظور استفاده به نژادگران گندم در جهت بهبود خصوصیات کیفی گندم نان انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش بر روی ۱۸۰ ژنوتیپ و رقم گندم نان (جدول ۱)که در سال زراعی ۸۵- ۱۳۸۴، در قالب یک طرح سیستماتیک در مزرعه تحقیقاتی بخش تحقیقات غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در دو شرایط تنش رطوبتی و آبیاری بهینه کشت شدند، انجام گرفت. پس از عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد جوی پشته برای آبیاری، براساس تجزیه خاک محل آزمایش، کودهای اصلی به ترتیب به میزان ۱۲۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۸۰ کیلوگرم P_2O_5 و ۵۰ کیلوگرم در هکتار K_2O استفاده شدند. کودهای فسفات و پتاس به همراه ۱/۳ کود نیتروژن در زمان تهیه زمین و ۱/۳ باقیمانده آن در دو تقسیط در مراحل شروع ساقه رفتن و شروع دانه بندی به خاک اضافه شدند. در نیمه اول آبان ماه سال ۸۴، ژنوتیپ های مورد نظر در کرتهای آزمایشی مجزا، در دو شرایط آبیاری کامل و تنش خشکی انتهایی کشت شدند. ارقام نسبتا متحمل پیشتاز و بهار و ارقام حساس به تنش شیراز و مرودشت به عنوان شاهددر نظر گرفته شدند. آزمایش بصورت بدون تکرار اجرا شده و تنها یکی از ارقام شاهد در بین ژنوتیپ های مورد ارزیابی بعد از هر بیست ژنوتیپ تکرار می شد. هر کرت آزمایشی شامل ۶ ردیف کاشت با طول ۵ متر، و فاصله بین خطوط ۱۵سانتیمتر به مساحت ۶ متر مربع بود. در طول مدت رشد و نمو گیاه، مراقبت های زراعی لازم از قبیل مبارزه با علف های هرز طبق عرف منطقه انجام شد.

در فصل بهار، آزمایش تنش رطوبتی تنها یکبار در هنگام گرده افشانی، آبیاری شد. برای آزمایش

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

در شرایط بهینه، آبیاری ها به صورت معمول و براساس نیاز گیاه انجام شد. خاک پس از آبیاری در وضعیت ظرفیت زراعی قرارداشت، اما بتدریج میزان رطوبت خاک کاهش یافت بطوریکه یک هفته پس از قطع آبیاری، اثر تنش خشکی در آزمایش تنش رطوبتی محسوس بود. پس از اعمال تنش، هیچگونه بارندگی موثر وجود نداشت (جدول۲). در اوایل تیرماه، در زمان رسیدگی کامل، پس از حذف حاشیه در ابتدا و انتهای کرتها به طول ۰/۵ متر، محصول هر یک از کرتهای تحت تیمار های آبی و تنش به طور جداگانه برداشت و عملکرد دانه در واحد سطح ، به عملکرد دانه در واحد هکتار تبدیل شد. با توجه به وجود شاهدهای یکسان در کل محیط آزمایش و تاثیر عدم یکنواختی محیط بر میزان عملکرد دانه ژنوتیپ های مختلف، اقدام به تصحیح میزان عملکرد ژنوتیپ های مختلف براساس تغییرات عملکرد ارقام شاهد گردید. وزن هزاردانه ژنوتیپها در دو شرایط بهینه آبی و تنش، با نمونه گیری از محصول دانه برداشت شده از هر کرت تعیین شد.

بنابر روابط پیشنهادی توسط فیشر و مورر (Fisher and Maurer, 1978)، فرناندز (Fernandez, 1992) و روزیله و هامبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) شاخص های ارزیابی پاسخ به تنش ژنوتیپ های مورد آزمایش براساس مقادیر وزن هزار دانه در دو شرایط بهینه و تنش محاسبه شدند (برای ارقام شاهد، از میانگین وزن هزاردانه آنها در تکرارهای مختلف استفاده شد):

$$STI = (Yp \times Ys) / (\overline{Y}_P)^2 \quad (۱)$$

$$GMP = (Yp \times Ys)^{½} \quad (۲)$$

$$MP = (Yp \times Ys) / 2 \quad (۳)$$

$$TOL = Yp - Ys \quad (۴)$$

$$SSI = [1- (Ys/Yp)] / SI \quad (۵)$$

$$SI= [1 - (\overline{Y}_S - \overline{Y}_P)] \quad (۶)$$

Yp = عملکرد ژنوتیپ در شرایط بهینه

Ys = عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش

$\overline{Y}_P$ = میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط بهینه

$\overline{Y}_S$ = میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش

SI = شدت تنش

با توجه به وابستگی مقادیر شاخص های مختلف هر ژنوتیپ به وزن هزاردانه آن ژنوتیپ در شرایط بهینه و تنش که امکان استفاده از روش تجزیه مولفه‌های اصلی (PCA) را فراهم می سازد (Spranaij and Bos , 1993)، با استفاده از نرم افزار MINITAB، و بنابر روش اسپرانایج و بوس (Spranaij and Bos , 1993) براساس موقعیت ژنوتیپ های مختلف و بردارهای مقادیر وزن هزاردانه در دو شرایط بهینه و تنش و شاخص های مختلف پنجگانه در نمودار دو بعدی حاصل از روش PCA، اقدام به شناسایی ژنوتیپ های سه گروه متحمل، نسبتا متحمل و حساس به خشکی گردید (شکل ۱). ژنوتیپ های واقع در بین بردارهای مقادیر وزن هزاردانه در دو شرایط تنش و عدم تنش (بردارهای شاخص های مقاومت در میانه آن دو قرار دارند) بعنوان ژنوتیپ های متحمل و ژنوتیپ های واقع در بین بردارهای مقادیر وزن هزاردانه در شرایط بهینه و شاخص حساسیت به تنش(SSI) به عنوان ژنوتیپ های حساس شناخته شدند. ژنوتیپ های نسبتا متحمل به خشکی در محل تلاقی شاخص‌های پنجگانه و مقادیر وزن هزاردانه در دو شرایط تنش و عدم تنش قرار داشتند (مرکز شکل). ژنوتیپ هایی که در بین بردارهای مقادیر وزن هزار دانه در شرایط تنش و شاخص SSI قرار داشتند (حدود ۹۰ژنوتیپ) به دو گروهC و D فرناندز تعلق داشته و در هیچ یک از گروه های سه‌گانه جای نگرفته و با توجه به اهداف تحقیق، مورد بررسی های کیفی قرار نگرفتند.

ژنوتیپ های هر سه گروه به تفکیک از لحاظ

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

صفات مربوط به کیفیت نان در آزمایشگاه شیمی غلات بخش غلات موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، مورد آزمایش قرار گرفتند. میزان فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز (عدد فالینگ) براساس دستورالعمل شماره ۸۱B- ۵۵ انجمن شیمیدانان غلات آمریکا (AACC = American Association of Cereal Chemists) و میزان حجم نان، درصد پروتئین دانه، درصد سختی دانه و درصد جذب آب توسط آرد براساس روش نوریس و همکاران (Norris *et al*., 1989) تعیین شدند. همچنین با استفاده از دستگاه های گلوتن شوی گلوتامیک و سانتریفیوژ، مقدار گلوتن مرطوب بنابر استاندارد شماره ۱۳۷ انجمن بین المللی شیمی غلات (International Association for Cereal Chemistry = ICC) بدست آمد. شاخص گلوتن نیز از رابطه زیر محاسبه شد:

(۷) وزن کل گلوتن مرطوب (g) / وزن گلوتن روی تور (g) = شاخص گلوتن

برای تعیین حجم رسوب SDS از روش پیشنهادی مسعودی نژاد و همکاران (Masoudi -nejad *et al*., 1999) استفاده شد.

مقایسه میانگین هریک از صفات کمی و کیفی گروههای سه گانه در دو شرایط بهینه و تنش با استفاده از آزمون t نمونه های جفت شده، با نرم افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه به مولفه های اصلی نشان داد که مولفه های اول و دوم در مجموع ۹۹/۷۸ درصد تنوع موجود بین متغیرها (مقادیر وزن هزار دانه در دو شرایط تنش و بدون تنش و شاخص های ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ های مختلف) را توجیه می کنند (جدول۳). با توجه به اینکه هر یک از این مولفه ها ترکیب خطی از هفت متغیر اولیه بوده و در برگیرنده واریانس آنها نیز می باشند، تنوع موجود در بین ژنوتیپ ها براحتی با دو مولفه اولیه که با همدیگر همبستگی ندارند، قابل توجیه است.

معادله دو مولفه اولیه که نشان دهنده سهم هریک از متغیرها در شکل گیری این دو مولفه است به ترتیب زیر است:

$$Y_1 = 0.367\ TGWn + 0.424\ TGWs + 0.475STI + 0.475GMP + 0.472MP - 0.\ 039TOL - 0.102SSI$$

$$Y_2 = 0.397\ TGWn - 0.283\ TGWs + 0.075STI + 0.031GMP + 0.076MP + 0.\ 621TOL + 0.607SSI$$

همانطور که دیده می شود، سه شاخص STI، GMPوMP از اجزای اصلی مولفه اول و دو شاخص TOLوSSI از اجزای اصلی مولفه دوم هستند، بنابراین می توان گفت که مولفه اول نماینده شاخص های مقاومت به تنش و مولفه دوم نمایانگر شاخص های حساسیت به تنش در گزینش ژنوتیپ های مختلف می باشند.

براساس گروه بندی ژنوتیپ های مختلف در شکل ۱، دو رقم بهار و پیشتاز در میان ژنوتیپ های متحمل، و ارقام شیراز و مرودشت نیز به ترتیب در گروه های نسبتا متحمل و حساس قرار گرفتند. مقایسه مقادیر ارائه شده میانگین وزن هزار دانه در شرایط بهینه و تنش و شاخص های تحمل (STI، GMP وMP) و حساسیت به تنش (TOL , SSI) ژنوتیپ های سه گروه در جدول ۴ نشان می دهدکه ژنوتیپ های متحمل بدلیل حفظ نسبی مقادیر بالای وزن هزار دانه در گذر از شرایط بهینه به تنش، از بالاترین مقادیر شاخص های مقاومت و پایین ترین مقادیر شاخص‌های حساسیت به تنش برخوردار بوده و در مقابل ژنوتیپ‌های حساس علیرغم بهره بردن از

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

جدول ۱- اسامی و شجره ژنوتیپ های گندم مورد آزمایش

Table1. Names and pedigrees of wheat genotypes

Line No.	شجره Pedigree	Genotype No.	شجره Pedigree
1	Turaco/Kauz//Chamran	46	Rayan/3/Ures/Jun//Kauz
2	Ombu1/Alamo//Kavir	47	Huites/Babax
3	Ombu1/Alamo//Kavir	48	BSP 93.9/Huites
4	Snb"s"//Emu"s"/Tjb84-1543/3/Azadi	49	Baw 898/3/Hel/3*cno79//2*seri
5	Snb"s"//Emu"s"/Tjb84-1543/3/Azadi	50	Baw 898/3/Hel/3*cno79//2*seri
6	EVWYT2/Azd//Rsh*2/10120/3/1-66-75//Rsh*2/10120	51	Alpha/Adam Tas //SDT 825/3/Babax
7	EVWYT2/Azd//Rsh*2/10120/3/1-66-75//Rsh*2/10120	52	Alpha/Adam Tas //SDT825/ 825/3/Kauz*2/Bow/Kauz
8	EVWYT2/Azd//Rsh*2/10120/3/1-66-75//Rsh*2/10120	53	Ning 9415/3/Vee/Pjn//2*Tui
9	Gds/4/Anza/3/Pi/Nar/Hys/5/1-66-22//Vee"s"/Snb"s"	54	Ning 9415/Parus
10	Gds/4/Anza/3/Pi/Nar/Hys/5/1-66-22//Vee"s"/Snb"s"	55	Zidane 89/Azd
11	Gds/4/Anza/3/Pi/Nar//Hys/5/1-66-75//Rsh*2/10120	56	Zidane 89/Azd
12	Gds/4/Anza/3/Pi/Nar//Hys/5/1-66-75//Rsh*2/10120	57	Vee#7/Flt
13	Gds/4/Anza/3/Pi/Nar//Hys/5/1-66-75//Rsh*2/10120	58	Shi#4414/Crow"S"//Azd
14	1-66-22//Bow"s"/Crow"s"/3/Falat	59	Shi#4414/Crow"S"//Azd
15	1-66-22//Bow"s"/Crow"s"/4/Kal/Bb;//Cj"s"/3/Hork"s"	60	Marvdasht
16	Gaspard/Attila//Zarrin	61	Mahn"S"/Mji//Lira"S"/3/Azd
17	Gaspard/3/Jup/Bjy//Kauz/4/Kayson/Glenson	62	Maya74/On/1160.147/3/Bb/Gll/4/Chat/5/Flt
18	Vee"s"//Ti/Pch/3/Avd"M"/3/Gaspard//Ald"s"/Snb"s"	63	Peg/6/Lfn/Mz/4/4777/3/../5/Flt
19	Kayson/Glenson/3/Jup/Bjy//Kauz"s";/4/Azd//L2453/134/3/kal	64	Angra/Byt
20	Bahar	65	Angra/Byt
21	Kayson/Glenson/3/Jup/Bjy//Kauz"s";/4/Azd//L2453/134/3/ Kal	66	Stern/Byt
22	Kayson/Glenson/3/Jup/Bjy//Kauz"s";/4/Azd//L2453/134/3/Kal	67	Roller/Gds
23	Mv22-77//Stephon/3/Mon"s"/Imu"s"//Falke/4/Zarrin	68	Roller/Gds
24	Mv22-77//Stephon/3/Mon"s"/Imu"s"//Falke/4/Zarrin	69	Ombu1/Alamo//M-73-18
25	Charger/Ns879/4/Spn/Mcd//Cama/3/Nzt	70	Ombu1/Alamo//M-73-18
26	Charger/Ns879/4/Spn/Mcd//Cama/3/Nzt	71	Ombu1/Alamo//M-73-18
27	Mahdavi//Nanjing 82149/Kauz/3/Darab#2	72	Pastor/Alvd
28	Mahdavi//Nanjing 82149/Kauz/3/Darab#2	73	Spb"s"//K134(60)/Vee"s"/3/Col No.2625
29	Mahdavi//Nanjing 82149/Kauz/3/Darab#2	74	Gaspard/3/P101/Anza//1-66-49/4/Alvd//Aldan/Ias58
30	Attila/l-70-29	75	Gascogne//Rsh*2/10120/3/Owl,852524-*3H-*O-*HOH
31	Attila/l-70-29	76	Soissons/M-73-4/3/Alvd//Aldan/Ias
32	Alvd//Aldan/Ias58/3/Attila	77	Alvd//Aldan/Ias*2/3/Gaspard
33	1-66-54//Avd/Coc/3/Mgn1/4/Tjn	78	Alvd//Aldan/Ias*2/3/Gaspard
34	1-66-54//Avd/Coc/3/Mgn1/4/Tjn	79	Alvd//Aldan/Ias*2/3/Gaspard
35	Oasis/Skauz//4*BCN/3/Attila	80	Shiraz
36	Oasis/Skauz//4*BCN/3/Attila	81111181 ..	Alvd//Aldan/Ias*2/3/Gaspard
37	Chen/Aegilops squ.(taus)//Bcn/3/oasis/4*PFAU	82	Alvd//Aldan/Ias/3/Druchamps/4/kauz/Stm
38	Chen/Aegilops squ.(taus)//Bcn/3/oasis/4*PFAU	83	Owl 85256-*3OH-*O-*EOH/Mv17/3/Alvd//Aldan/Ias
39	Babax/3/Kauz/Star	84	Owl 85256-*3OH-*O-*EOH/Mv17/3/Alvd//Aldan/Ias
40	Pishtaz	85	Owl 85256-*3OH-*O-*EOH/Mv17/3/Alvd//Aldan/Ias
41	Munia/Pastor	86	Owl 85256-*3OH-*O-*EOH/Mv17/3/Alvd//Aldan/Ias
42	Pastor/5/Attila/3/Hui/Carc//Chen… ...	87	Inia/Ani"S"/Mad"S"
43	Bau/Kauz//Attila	88	Anza/3/PI/Nar//Hy/4/Vee"S"/5/;Shi#4414/Crow"S"/5/ Alborz/ Snb Snb
44	Bau/Kauz//Attila	89	Anza/3/PI/Nar//Hys/4/Vee"S"/5/;Shi#4414/Crow"S"/5/ Alborz/ Snb
45	CMH80-279/Pastor	90	Navid/Jenie/7/Ghods/6/4-22/.../8/Ure*2/Prl"S"

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

ادامه جدول ۱-
Table1. Continue

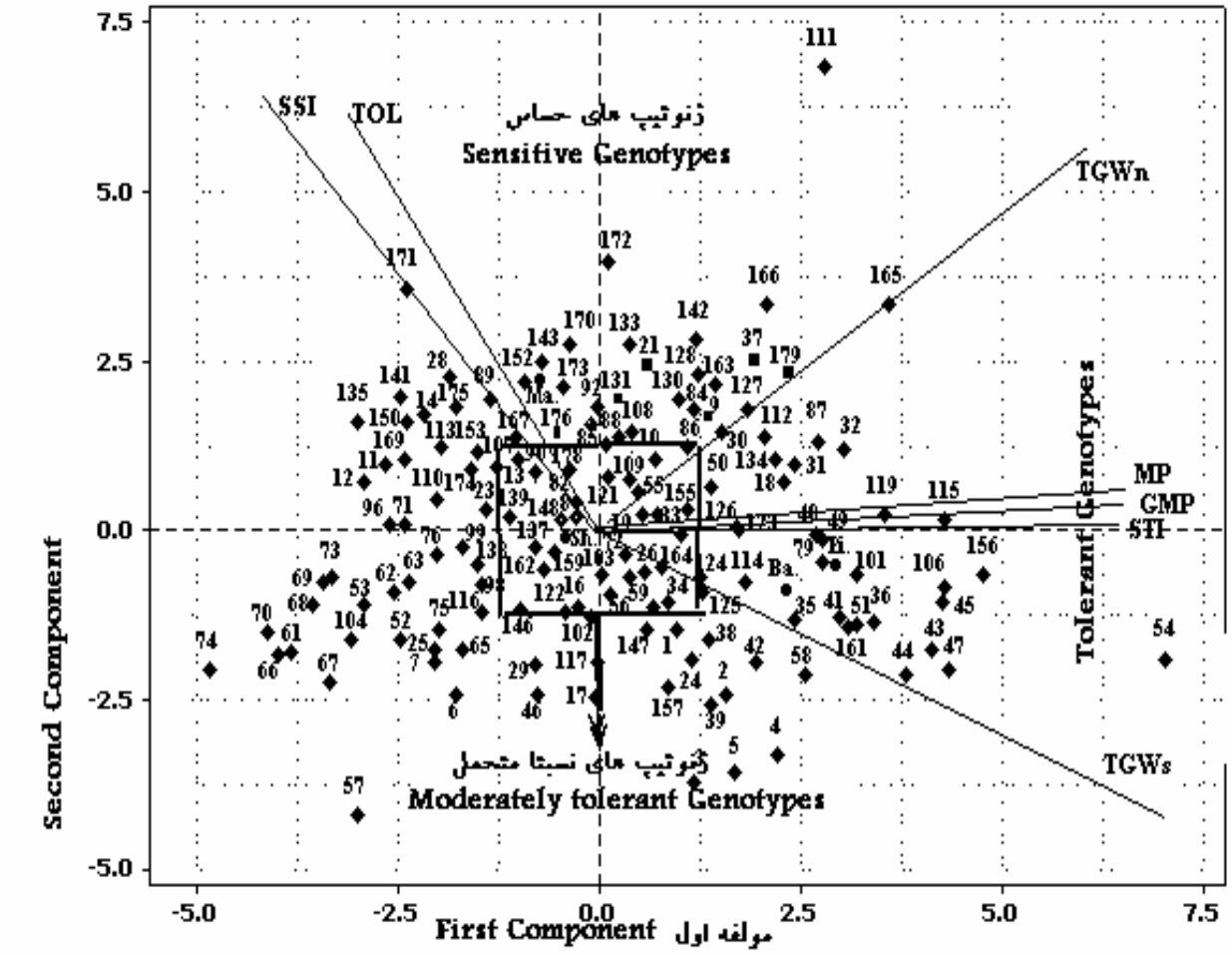
Line No.	شجره Pedigree	Genotype No.	شجره Pedigree
91	Navid/Jenie/7/Ghods/6/4-22/.../8/Ure*2/Prl"S"	136	CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER/5/PASTOR
92	Navid/Jenie/7/Ghods/6/4-22/.../8/Ure*2/Prl"S"	137	CROC_1/AE.SQUARROSA (205)//KAUZ/3/PASTOR
93	1-66-76/Tjn/4/Spn/Mcd//Cama/3/Nzr	138	ATTILA/3*BCN//TOBA97
94	1-66-76/Tjn/4/Spn/Mcd//Cama/3/Nzr	139	LFN/1158.57//PRL/3/HAHN/4/KAUZ/5/KAUZ
95	1-66-76/Tjn/4/Spn/Mcd//Cama/3/Nzr	140	Marvdasht
96	SW89.5181/KAUZ	141	CHAM-4//SUN64Q/M2512
97	CHIBIA/4/PGO//CROC_1/AE.SQUARROSA (224)/3/2*BORL95	142	CHAM-6/SITE
98	CAL/NH//H567.71/3/SERI/4/CAL/NH//H567.71/5/2*KAUZ/6/WH576/7/WH 542	143	CHAM-6/FLORKWA-2
99	PARA2//JUP/BJY/3/VEE/JUN/4/2*KAUZ/5/BOW/PRL//BBUC	144	ESDA/SHWA//BCN
100	Bahar	145	KAUZ/GIZ//KAUZ
101	VEE/PJN//KAUZ/3/PASTOR	146	WEAVER/ACO89//2*BORL95
102	PARUS/PASTOR	147	KAUZ/PASTOR
103	URES/BBL//KAUZ/3/KAUZ/4/CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/5/URES/JUN//KAUZ	148	YMI#6/GEN//TIA.1/3/VEE#5//DOVE
104	CHUM18/7*BCN	149	BUC CROC-1/AE.SQUARROSA (2005)//KAUZ/3/SASIA
105	PASTOR/CP68.88.5.6	150	CROC-1/AE.SQUARROSA (2005)//KAUZ/3/ATTILA
106	PBW343//CAR422/ANA	151	CHAKWAL 86
107	SHA7/VEE#5/5/VEE#8//JUP/BJY/3/F3.71/TRM/4/2* WEAVER	152	CASKOR/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA
108	CRDN/SIH	153	CASKOR/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA
109	OTUS/TOBA97	154	SERI*3//RL6010/4*YR/3/PASTOR/4/BAV92
110	STAR//KAUZ/STAR	155	SERI*3//RL6010/4*YR/3/PASTOR/4/BAV92
111	KAUZ/STAR	156	VOROBEY
112	QIMMA-8	157	PARUS/PASTOR
113	HAAMA-11	158	ATTILA/BABAX//PASTOR
114	SHUHA"S"/TUI"S"	159	SUNCO/2*PASTOR
115	SW92.1178	160	Shiraz
116	OPALA-INIA	161	TOB/ERA//TOB/CNO67/3/PLO/4/VEE#5/5/KKAUZ/6/URES/JUN//KAUZ/7/ /JUN//KAUZ
117	BAW898	162	NESSER
118	BL 1496	163	HIDHAB
119	NL785	164	ATTILA/3/VORONA/CNO79//KAUZ
120	Pishtaz	165	DHARWAR DRY/NESSER
121	CROC_1/AE.SQUARROSA (205)//KAUZ/3/SASIA	166	CHIBIA/5/CNDO/R143//ENTE/MEXI_2/3/AEAEGILOPS SQUARROSA (TAUS)/4/WEAVER
122	CROC_1/AE.SQUARROSA (205)//KAUZ/3/ATTILA	167	CASKOR/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA
123	SW89.5277/BORL95//SKAUZ	168	CASKOR/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA
124	SW89.5277/BORL95//SKAUZ	169	CASKOR/3/CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA
125	MUNIA/3/RUFF/FGO//YAV79/4/PASTOR	170	BERKUT
126	MUNIA/3/RUFF/FGO//YAV79/4/PASTOR	171	BERKUT
127	FISCAL	172	PASTOR//HXL7573/2*BAU
128	FISCAL	173	ALTAR 84/AE.SQUARROSA (221)//PASTOR/3/PASTOR
129	CROC_1/AE.SQUARROSA(224)//OPATA/3/ KAUZ*2/BOW//KAUZ/4/NL 683	174	ATTILA/BABAX//PASTOR
130	PJN/BOW//OPATA*2/3/CROC_1/ AE.SQUARROSA (224)//OPATA	175	SUNCO/2*PASTOR
131	URES/BBL//KAUZ/3/KAUZ/4/CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/5/URES/JUN//KAUZ	176	MTRWA92.91/CHOIX
132	VORONA/CNO79//KAUZ/3/MILAN	177	ATTILA*2/PBW65
133	ELVIRA/MILAN	178	ATTILA*2/PASTOR
134	PBW343//CAR422/ANA	179	PASTOR//HXL7573/2*BAU
135	CHEN/AEGILOPS SQUARROSA (TAUS)//BCN/3/MILAN	180	Bahar

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

جدول ۲- آمار هواشناسی مربوط به فصل زراعی ۸۵ - ۱۳۸۴ در کرج

Table 2. Meteorological datas in 2005/2006 cropping season at Karaj

ماه Month		مهر Sep.	آبان Oct.	آذر Nov.	دی Dec.	بهمن Jan.	اسفند Feb.	فروردین March	اردیبهشت April	خرداد May	تیر June	مرداد Jul.	شهریور Aug.
Precipation (mm)	بارندگی (میلیمتر)	7.3	32.9	17.8	41.5	70.8	61	35.4	22.8	4.1	1.6	0	5.2
Mean temp. (ºC)	متوسط دما (سانتیگراد)	19.6	10.3	7.2	2.4	1.4	8.7	17.1	23.3	28.9	32.4	30.4	25.6



شکل ۱- موقعیت ژنوتیپ های گندم و بردارهای مقادیر وزن هزار دانه در شرایط بهینه و تنش و شاخص های مقاومت و حساسیت به تنش در دیاگرام دو بعدی حاصل از روش تجزیه به مولفه های اصلی

Fig.1. Bi plot for position of wheat genotypes and vectors of thousand grain weight under non-stress and stress conditions and tolerant and susceptibly indices on principle component analysis

TGWn : وزن هزاردانه در شرایط بدون تنش — TGWn =Thousand Grain Weight under non-stress conditions

TGWs : وزن هزاردانه در شرایط تنش — TGWs =Thousand Grain Weight under stress conditions

SSI : شاخص حساسیت به تنش — SSI= Stress Susceptibility Index

TOL : شاخص تحمل — TOL = Tolerance Index

MP :میانگین حسابی — MP=Mean Productivity

STI :شاخص تحمل به تنش — STI=Stress Tolerance Index

GMP=Geometric Mean Productivity :شاخص میانگین هندسی GMP

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

جدول ۳- واریانس مولفه های مختلف در روش تجزیه به مولفه های اصلی

Table 3. Variance of different components in principle component analysis

شماره مؤلفه Component Number	ویژه مقدار Eigen Value	درصد واریانس Percent of variance	درصد تجمعی واریانس Cumulative percentage
1	4.4184	63.12	63.12
2	2.5663	36.66	99.78
3	0.0124	0.18	99.96
4	0.0026	0.03	99.99
5	0.0003	≅0.00	≅100.00
6	≅0.0000	≅0.00	≅100.00
7	≅0.0000	≅0.00	100.00

جدول ۴- میانگین وزن هزاردانه و شاخص‌های مقاومت و حساسیت به تنش کلیه ژنوتیپ ها (۱۸۰ ژنوتیپ)، ژنوتیپ های متحمل، نسبتا متحمل و حساس(هر گروه: ۳۰ ژنوتیپ) در شرایط بهینه و تنش

Table 4. Mean of thousand grain weight under non-stress and drought stress conditions and tolerance and susceptibly indices for all genotypes (180 genotypes), tolerant genotypes, moderately tolerant and sensitive genotypes (every group: 30 genotypes)

		وزن هزاردانه (گرم) 1000 grain weight (g)		شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش Stress tolerance and susceptibly indices				
		Non-stress	Stress	STI	GMP (g)	MP (g)	TOL (g)	SSI
All genotypes	کلیه ژنوتیپ ها	38.20	31.78	0.84	34.78	35.00	6.44	0.98
Tolerant genotypes	ژنوتیپ‌های متحمل	41.98	39.19	1.13	40.56	40.58	2.80	0.39
Moderately tolerant G.	ژنوتیپ‌های نسبتاً متحمل	37.66	32.78	0.85	35.13	35.22	4.88	0.77
Sensitive genotypes	ژنوتیپ‌های حساس	42.88	30.15	0.88	35.48	36.48	12.67	1.74

بیشترین مقادیر وزن هزاردانه در شرایط بهینه، بدلیل کاهش شدید میانگین وزن هزاردانه در شرایط تنش، پایین ترین مقادیر شاخص های مقاومت و بالاترین مقادیر شاخص های حساسیت به تنش را در مقایسه با دو گروه دیگر دارند. این مقایسات بخوبی تفاوت‌های موجود بین ژنوتیپ های متحمل و حساس از نظر میزان تاثیر پذیری از شرایط نامساعد محیطی را نشان داده و صحت شناسایی ژنوتیپ های متحمل و حساس را تایید می کند. همچنین ژنوتیپ های نسبتا متحمل علیرغم داشتن پایین ترین مقادیر وزن هزاردانه در شرایط بهینه، بدلیل عدم حساسیت زیاد به تنش با کاهش بسیار شدید وزن هزاردانه در شرایط تنش مواجه نشده و از نظر مقادیر شاخص های مقاومت و حساسیت به تنش در حد واسط ژنوتیپ های متحمل و حساس به تنش قرار گرفتند.

محققان بسیاری با اشاره به تفاوت در میزان تاثیر پذیری مراحل مختلف رشد و نمو گیاه از عامل تنش رطوبتی، مرحله دانه بندی را بدلیل کاهش شدید عملکرد دانه و وزن هزاردانه، حساس‌ترین دوره رشد و نمو گندم از نظر زمان مواجهه با تنش دانسته اند (Ghodsi *et al*., 2004; Ozturk and Aydin, 2004). در آزمایش حاضر نیز اعمال تنش باعث کاهش عملکرد ژنوتیپ‌های هر سه گروه شده است (جدول ۵). البته میزان کاهش عملکرد در ژنوتیپ های مختلف یکسان نیست، بطوریکه ژنوتیپ های متحمل با کمترین کاهش و ژنوتیپ های حساس با بیشترین کاهش عملکرد در شرایط تنش مواجه شده اند. به نظر می رسد که کاهش اندک عملکرد ژنوتیپ های متحمل و یا کاهش شدید عملکرد ژنوتیپ های حساس در شرایط تنش، متاثر از شدت تغییرات وزن هزاردانه این ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش می باشد، زیرا اعمال تنش زمانی بوده است که از اجزای عملکرد دو جزء تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

سنبله شکل گرفته اند و بنابراین تنش روی آنها تاثیر چندانی نداشته و تنش اعمال شده صرفا روی جزء سوم عملکرد یعنی وزن دانه در سنبله (وزن هزار دانه) موثر بوده است (Levit., 1980) و لذا این جزء برای انتخاب ژنوتیپ های متحمل و حساس به خشکی مد نظر قرار گرفت. از نظر شدت تغییرات وزن هزاردانه در گذر از شرایط بدون تنش به تنش، ژنوتیپ های سه گروه واکنش‌های متفاوتی داشتند. با توجه به اینکه تنش‌های حرارتی و رطوبتی در هنگام پرشدن دانه، با اخلال در فتوسنتز جاری باعث اختلال در روند پر شدن دانه و در نتیجه چروکیدگی دانه، کاهش وزن هزاردانه و نهایتا کاهش عملکرد می شوند، به نظر می‌رسد که در شرایط تنش، ژنوتیپ‌های متحمل، تنها به فتوسنتز جاری متکی نبوده و توانسته‌اند که مواد فتوسنتزی کافی را یا سرعت مناسب از اندام های هوایی (ساقه ها) به دانه ها منتقل نمایندکه این موضوع باعث حفظ نسبی مقادیر وزن هزار دانه ژنوتیپ های متحمل و در نتیجه عدم کاهش قابل ملاحظه عملکرد آنها نسبت به شرایط بهینه آبی می شود (Levit, 1980). معنی دار شدن آماره t تفاوت میانگین عملکرد و وزن هزار دانه ژنوتیپ های هر سه گروه در دو شرایط بهینه و تنش (جدول ۵) نشان دهنده تاثیر معنی دار تنش بر کاهش عملکرد و وزن هزار دانه ژنوتیپ های سه گروه می باشد.

در حالی که بهبود صفات کمی گندم از طریق افزایش عملکرد دانه و بهبود صفات کیفی آن بواسطه افزایش میزان و کیفیت پروتئین، مورد نظر به نژادگران می باشد، همبستگی منفی این دو صفت با یکدیگر، بهبود همزمان صفات کمی و کیفی گندم را در اغلب موارد با دشواری همراه ساخته است (Hoseney, 1994). با توجه به گزارشات بسیاری از محققان به افزایش میزان پروتئین در شرایط تنش (Blumenthal *et al*., 1991; Eivazi *et al*, 2006; Pierre *et al*., 2007)، عدم افزایش میزان پروتئین ژنوتیپ‌های متحمل در شرایط تنش (جدول ۵) غیر منتظره می نماید، اما با توجه به این که در شرایط وقوع تنش در دوره پرشدن دانه، کاهش ذخیره نشاسته در دانه (بدلیل کاهش معنی دار فراوانی آنزیم های سنتز نشاسته در شرایط تنش) و متعاقب آن بهم خوردن نسبت پروتئین به نشاسته، باعث افزایش میزان پروتئین در واحد حجم می‌شود (Garcia del Moral *et al*, 1995)، می توان این گونه استدلال کرد که بهره گیری همزمان ژنوتیپ های متحمل از منابع هیدرات های کربن ساقه و دانه در هنگام تنش، باعث دست اندازی کمتر به ذخایر نشاسته دانه و در نتیجه حفظ نسبت پروتئین به نشاسته گردیده است، البته بدلیل عملکرد قابل قبول ژنوتیپ های متحمل در شرایط تنش، ممکن است میزان تولید پروتئین در واحد سطح ژنوتیپ های این گروه نه تنها با کاهش مواجه نشود، بلکه حتی افزایش نسبی نیز نشان دهد. در مقابل عدم توانایی ژنوتیپ های حساس در بهره گیری کافی و بموقع از مواد ذخیره ای فتوسنتزی ساقه باعث استفاده شدید از ذخایر نشاسته دانه و در نتیجه افزایش نسبت درصد پروتئین به نشاسته گردیده است، این موضوع باعث معنی دار شدن آماره t تفاوت میانگین درصد پروتئین ژنوتیپ های این گروه در دو شرایط بهینه و تنش خشکی شده است.

تاثیر اندک تنش خشکی بر میزان صفات درصد سختی دانه و درصد جذب آب توسط آرد در ژنوتیپ های مختلف در جدول ۵ نشان داده شده است. گوتیری و همکاران (Guttieri *et al*., 2001) نیز تاثیر ناچیز تنش‌های محیطی بر صفات درصد جذب آب و شاخص سختی دانه را گزارش نموده و این دو صفت را در زمره خواص فیزیکی صفات مربوط به کیفیت دانسته و معتقدند که این صفات

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

قابلیت توارث بالایی داشته وکمتر تحت تاثیر محیط قرار می گیرند ۰ معنی دار شدن آماره t تفاوت میانگین شاخص سختی دانه ژنوتیپ های نسبتا متحمل و درصد جذب آب ژنوتیپ های حساس در دو شرایط تنش و بدون تنش نشان دهنده تاثیر معنی‌دار تنش بر افزایش شاخص سختی دانه ژنوتیپ های نسبتا متحمل و کاهش درصد جذب آب ژنوتیپ های حساس می باشد.

در شرایط تنش، ساز وکارهای حفاظتی در گیاه باعث کاهش میزان تولید آنزیم آلفا آمیلاز که محرک جوانه زنی بذر و نبز یکی از معیارهای سنجش کیفیت است، می شوند. این فرآیندها باعث حبس گازکربنیک حاصل از فرآیند تخمیر به سبب وجود پروتئین های گلوتن در خمیر شده و در نتیجه حجم نان افزایش می یابد (Hoseney, 1994). با توجه به آهنگ افزایشی نسبتا مشابه عدد فالینگ ژنوتیپ‌های سه گروه در گذر از شرایط بهینه به تنش (جدول ۵)، به نظر می‌رسد که تحمل و یا حساسیت به تنش تاثیر چندانی بر روند تغییرات این صفت از شرایط بهینه به تنش ندارد و تاثیر تنش بر کاهش فعالیت آنزیم (و در نتیجه افزایش چشمگیر عدد فالینگ) در کلیه ژنوتیپ‌ها، چه متحمل و چه حساس، قطعی است. افزایش قابل ملاحظه میانگین عدد فالینگ ژنوتیپ های سه گروه باعث معنی دار شدن آماره t تفاوت میانگین عدد فالینگ هر سه گروه در دو شرایط بهینه و تنش گردیده است. گفتنی است که با توجه به مقدار بالای عدد فالینگ ژنوتیپ های سه گروه در دو شرایط بهینه و تنش که باعث تسریع فرآیند بیاتی نان می شود، استفاده از افزودنی هایی مانند آرد مالت جو به همراه گلوتن جهت بهبود کیفیت نان ضروری می نماید (Yarmand and Seyedein Ardabili, 2005).

برخی محققان افزایش حجم نان در شرایط تنش را گزارش کرده اند (Peterson *et al.*, 1998)، اما بنظر می رسد که این موضوع ناشی از افزایش درصد پروتئین و عدد فالینگ در این شرایط می باشد (Gooding *et al.*, 2003 ; Eivazi *et al.*, 2006). در آزمایش حاضر نیز افزایش قابل توجه حجم نان ژنوتیپ های حساس(که باعث معنی‌دار شدن آماره t تفاوت میانگین حجم نان ژنوتیپ‌های این گروه در دو شرایط بهینه و تنش شده است) با توجه به روند تغییرات درصد پروتئین و عدد فالینگ آنها درگذر از شرایط بهینه به تنش، قابل توجیه می‌باشد (جدول ۵). افزایش عدد فالینگ ژنوتیپ‌های متحمل در شرایط تنش، باعث خنثی سازی نسبی تاثیر کاهش درصد پروتئین بر حجم نان و در نتیجه عدم کاهش چشمگیر حجم نان ژنوتیپ‌های این گروه در شرایط تنش شده است.

کیفیت پخت نان به طور عمده به دو عامل کیفیت وکمیت گلوتن خمیر نان بستگی دارد. کمیت گلوتن باعث بهبود خواص کشسانی و افزایش حجم نان می شود وگندم‌هایی که دارای مقدار بیشتری گلوتن هستند، از لحاظ نانوایی نیز کیفیت مطلو ب‌تری دارند. کیفیت گلوتن نشان دهنده نسبت گلیادین به گلوتنین می باشد. با توجه به اینکه گلیادین باعث چسبندگی خمیر و گلوتنین (بخصوص گلوتنین‌های سنگین) باعث افزایش الاستیسیته خمیر می‌شود، نسبت متعادل این دو جزء کمپلکس گلوتن، برای کیفیت مطلوب خمیر ضروری است (Hoseney, 1994) ۰ محققان افزایش درصد گلوتن در شرایط تنش را گزارش کرده اند (Ozturk and Aydin, 2004)، اما در آزمایش حاضر نه تنها درصد گلوتن ژنوتیپ های متحمل در شرایط تنش افزایش نیافته بلکه با کاهش جزئی نیز مواجه شده است (جدول۵) که این موضوع با توجه به همیستگی بالای مقدار گلوتن و میزان پروتئین قابل توجیه است، زیرا بخش اعظم گلوتن از دو گروه

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

پروتئینی گلوتنین ها و گلیادین ها تشکیل شده و این دو گروه هر یک حدود ۴۰ درصد کل پروتئین آرد را تشکیل می‌دهند (Hoseney, 1994). با توجه به مشابهت روند کاهشی کیفیت گلوتن ژنوتیپ های هر سه گروه در شرایط تنش خشکی، به نظر می رسد که تحمل و یا حساسیت به تنش تاثیر چندانی بر روند نزولی شاخص گلوتن ژنوتیپ های مختلف در گذر از شرایط بهینه به تنش ندارد، بلکه سایر عوامل محیطی مرتبط با تنش، ممکن است باعث کاهش عمومی شاخص گلوتن شده باشند. عیوضی و همکاران (Eivazi *et al.*, 2006) و هوی و همکاران (Hui *et al.*, 2007) کاهش کیفیت گلوتن در شرایط تنش، بدنبال افزایش شدید سنتز پروتئین‌های گلیادین در مقابل کاهش ناچیر انباشت پروتئین های گلیادین دانه را گزارش داده اند. معنی‌دار شدن آماره t تفاوت میانگین صفات درصد گلوتن مرطوب برای ژنوتیپ های حساس و شاخص گلوتن برای ژنوتیپ های متحمل و حساس در دو شرایط تنش و بدون تنش، بر تاثیر معنی دار تنش بر تغییرات این صفات در گروه های ذکر شده دلالت دارد.

تنش خشکی باعث کاهش حجم رسوب SDS ژنوتیپ‌های هرسه گروه نسبت به شرایط بهینه گردید، البته میزان این کاهش یکسان نبوده و ژنوتیپ‌های متحمل بدلیل کاهش میزان پروتئین در شرایط تنش، با کاهش بیشتری در میزان حجم رسوب مواجه شدند، بطوری که آماره t تفاوت میانگین حجم رسوب ژنوتیپ های این گروه در دو شرایط بهینه و تنش، معنی‌دار شد (جدول۵)۰ کاهش حجم رسوب SDS براثر تنش توسط محققین دیگر (Peterson *et al*, 1998 ; Ozturk and Aydin, 2004) نیز گزارش شده است. مسعودی نژاد و همکاران (Masoudi-nejad 1*et1al.*, 1999) ارقام گندم با کیفیت نانوایی بالا را دارای حجم بالایی از رسوب دانسته و به قدرت بالای روش SDS در استخراج گلوتنین های با وزن مولکولی بالا اشاره کرده اند، بنابراین کاهش حجم رسوب گروه های مختلف در شرایط تنش را می توان به علت کاهش عمومی ذخیره پروتئین های گلوتنین از جمله گلوتنین های سنگین در شرایط تنش دانست، اگرچه اظهار نظر قطعی در این مورد نیازمند انجام بررسی‌های دقیق‌تری است.

قابل ذکر است که با توجه به روند نزولی کیفیت گلوتن و حجم رسوب SDS ژنوتیپ های هر سه گروه در گذر از شرایط بهینه به تنش، افت خصوصیات رئولوژیکی خمیر هر سه گروه در شرایط تنش به علت افزایش شدید نسبت گلیادین به گلوتنین (بخصوص گلوتنین های سنگین) که باعث افزایش قابلیت کشسانی خمیر و کاهش قدرت وکیفیت خمیر، بدلیل خاصیت آبدوستی اجزای گلیادین (Hoseney, 1994) می شود، چندان دور از انتظار نیست. البته با توجه به نقش مثبت و معنی دار میزان پروتئین و گلوتن مرطوب در تعیین خواص رئولوژیکی خمیر (Kumerth *et al.*, 1987; Shahedik *et al.*, 2005) و با عنایت به افزایش مقادیر این دوصفت در ژنوتیپ های دو گروه حساس و نسبتا متحمل در شرایط تنش، می توان انتظار داشت که بخشی از افت خواص رئولوژیکی خمیر این دو گروه در شرایط تنش، جبران شود. اظهار نظر قطعی در مورد روند تغییرات خصوصیات رئولوژیکی خمیر ژنوتیپ های مختلف در گذر از شرایط بهینه آبی به تنش خشکی، نیازمند انجام تحقیقات بیشتری است.

با مروری دوباره برروند تغییرات خصوصیات کیفی ژنوتیپ های سه گروه در گذر از شرایط بهینه به تنش، به نظر می‌رسد که نظریه بهبود خصوصیات کیفی گندم نان در شرایط تنش، قاعده ای فراگیر نیست و تنها در مورد ژنوتیپ های حساس به

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

جدول۵- میانگین وآماره t عملکرد و صفات کیفی ژنوتیپ های متحمل، نسبتا متحمل و حساس گندم در دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی (درجه آزادی: ۲۹::= ۱-- n)

Table 5. Mean values and t static (t) of yield and quantities traits in tolerant, moderately tolerant and sensitive wheat genotypes under non-stress (NS) and drought stress (S) conditions (df=n-1=29)

Traits	صفات	ژنوتیپ‌های متحمل Tolerant genotypes			ژنوتیپ‌های نسبا متحمل Moderately tolerant genotypes			ژنوتیپ‌های حساس Sensitive genotypes		
		بدون تنش NS	تنش S	آماره t	بدون تنش NS	تنش S	آماره t	بدون تنش NS	تنش S	آماره t
Yield Grain (kg.ha^{-1})	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	8020	7520	8.790**	7780	7130	4.155**	8120	6770	8.313**
1000 G.W.(g)	وزن هزاردانه (گرم)	41.98	39.19	10.89**	37.66	32.78	19.50**	42.82	30.15	20.99**
Protein (%)	میزان پروتئین (درصد)	11.1	11.0	0.221^{ns}	10.7	10.8	-0.720^{ns}	10.4	11.4	-2.159*
Hardness index (%)	شاخص سختي دانه (درصد)	47.6	47.8	-0.244^{ns}	31.1	24.8	4.219**	48.7	48.8	-0.30ns
Water absorption (%)	میزان جذب آب (درصد)	63.7	63.5	0.562^{ns}	63.6	63.1	1.714^{ns}	62.8	63.9	-5.819**
Falling number(s)	عدد فالینگ (ثانیه)	549	633	-2.106*	491	606	-2.059*	517	601	-2.956*
Bread volume (mm^3)	حجم نان (میلیمتر مکعب)	425	414	1.006^{ns}	405	419	-0.644^{ns}	383	431	-3.244**
Wet gluten (%)	میزان گلوتن مرطوب (درصد)	26.1	25.9	0.239^{ns}	25.5	27.6	-1.718^{ns}	21.9	28.9	-6.851**
Gluten index (%)	شاخص گلوتن (درصد)	27.5	16.8	2.487*	31.1	24.8	-1.765^{ns}	33.0	23.1	2.072*
SDS volume (ml^3)	حجم رسوبSDS (میلی لیتر مکعب)	50.6	43.0	2.965**	44.2	40.1	1.805^{ns}	44.0	40.4	1.428^{ns}

ns: Non – Significant

ns: غیر معنی دار

* and ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج درصد و یک درصد

جدول ۶- برخی از صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های متحمل منتخب گندم در دو شرایط بهینه و تنش خشکی

Table 6. Some of qualities and quantities traits of selected tolerant wheat genotypes under normal (N) and drought stress (S) conditions

شماره ژنوتیپ Genotypes No.	Traits صفات	عملکرد دانه Grain Yield (kg.ha^{-1})		وزن هزاردانه 1000 G. W (g)		میزان پروتئین Protein content (%)		سختی دانه Hardness index (%)		حجم نان Bread volume (mm^3)		میزان گلوتن Wet gluten (%)		شاخص گلوتن Gluten index (%)		رسوبSDS SDS volume(ml^3)	
		بهینه N	تنش S	بهینه N	تنش S	بهینه N	تنش S	بهینه N	تنش S	بهینه N	تنش S	بهینه N	تنش S	بهینه N	تنش S	بهینه N	تنش S
18		8158	7833	42.1	39.3	11.3	11.3	53	50	513	442	26.8	26	28.3	19.5	57	45
32		8018	7630	41.9	40.1	11.8	11.4	48	50	478	428	25.9	25.8	29.1	20.9	52	47
45		8233	7649	42.5	39.5	11.8	11.6	50	49	446	408	27	26.5	27.8	17.2	51	48
79		8442	7810	42.7	41.6	11.3	11	51	50	453	482	26.2	25.9	27.9	18.7	57	41
114		8287	8136	41.4	41.1	11.9	11.6	49	50	502	439	27.2	26.3	29.1	23.5	60	54
115		8342	7728	42.8	39.9	11	11.2	48	49	453	424	27	26.2	27.8	17.8	53	46
156		8032	7584	41.3	39.7	12	11.7	52	51	510	432	26.9	26.3	28.8	24.8	59	54

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

خشکی (و تا حدودی ژنوتیپ های نسبتا متحمل) صدق می کند. کاهش جزئی وزن هزار دانه ژنوتیپ‌های متحمل در شرایط تنش و متعاقب آن عدم افزایش میزان پروتئین، باعث افت سایر خصوصیات کیفی ژنوتیپ های این گروه در شرایط تنش خشکی گردید. در مقابل کاهش شدید وزن هزاردانه ژنوتیپ های حساس در شرایط تنش و متعاقب آن افزایش درصد پروتئین، سبب بهبود اکثر خصوصیات کیفی ژنوتیپ های این گروه در شرایط تنش خشکی شد. لزوم تلاش بیشتر در جهت شناسایی معدود ژنوتیپ های متحمل به تنش خشکی با کیفیت نانوایی مطلوب را یادآور می شود تا در صورت اثبات پایداری خصوصیات کمی و کیفی این ژنوتیپ ها در محیط های مختلف، اقدام به معرفی و آزاد سازی آنها، به عنوان ژنوتیپ های با خصوصیات کیفی و کمی مطلوب گردد. همچنانکه در تحقیق حاضر، بر اساس صفات کلیدی تاثیر گذار برکیفیت نان، مانند میزان پروتئین(Najafian, 2001)، حجم رسوب SDS (Masoudi-nejad *et al*., 1999)، حجم نان، درصد سختی دانه، کیفیت و مقدار گلوتن (Shahedi *et al*.,l2005)، هفت ژنوتیپ متحمل ۱۸، ۴۵،۳۲، ۷۹، ۱۱۴، ۱۱۵و۱۵۶ که علاوه بر خصوصیات نانوایی مطلوب، از عملکرد قابل قبولی در هردو شرایط بهینه و تنش نیز برخوردار بودند، به عنوان ژنوتیپ های برگزیده از نظر صفات کمی (عملکرد و وزن هزاردانه) وکیفی شناخته شدند (جدول ۶).

منابع مورد استفاده

References

Anonymous. 1995. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. AACC Method, AACC Inc., St. Paul, Min., USA.

Anonymous. 1998. ICC Standards, Standard methods of the International Association for cereal chemistry. ICC Pub,Vienna.

Blumenthal, C. S., F. Bekes, I. L. Batey, C. W. Wrigley, H. J. Moss, D. J. Mares and E. W. R. Barlow. 1991. Interpretation of grain quality results from wheat variety trials with reference to high temperature stress. Aust. J. of Agric. Res. 42: 325 – 334.

Eivazi.A., S. Abdollahi, H. Salekdeh, I. Majidi, A. Mohamadi and B. Pirayeshfar. 2006. Effect of drought and salinity stress on quality related traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. Iranian J. of Crop Sci. 7: 252-267 (In Persian with English abstract).

Fernandes, G.C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp: 257-270. In: Kuo,C.G.(ed.), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops to Temperature and Water Stress. Taiwan,13- 18 August.

Fisher, F. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars, I. Grain yield response. Australian J. of Agric. Res. 29: 897-912.

Fowler, D. B., J. Brydon and I. A. Delaroche. 1990. Environmental and genotype influence on grain protein concentration of wheat and rye. Agron. J. 82:655-664.

Garcia del Moral, L. F., A. Bounjenna, J. A. Yanez and J. M. Ramos. 1995. Forrage production,

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

grain yield and protein content in dual-purpose triticale grown for both grain and forage. Agron. J . 87: 902-908.

Ghodsi, M., M. Chaii-chi, M. R., Jalal-Kamali and D. Mazaheri. 2004. Determination of susceptibility of developmental stages in bread wheat to water stress and its effects on yield and yield components. Seed and Plant. 20: 489-509 (In Persian with English abstract).

Gooding, M. J., R. H. Ellis, P. R .Shewry and J. D. Schofield. 2003. Effects of restricted water availabity and increasd temperature on grain filling, drying and quality of winter wheat. J. of Cereal Sci. 37:295-309.

Guttieri, M. J., J. C. Stark, K. Obrien and E. Souza. 2001. Relative sensivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficient. Crop Sci. 41:327-335.

Hoseney, R. D. 1994. Principles of cereal science and technology, 2nd Edition. American Association of Cereal Chemistry. St. Paul, MN. 378 pp.

Hui, J., D. T. Bo, J. Qi, J. Dong and C. W. Xing. 2007. Effects of post-anthesis high temperature and water stress on activities of key regulatory enzymes involved in protein formation in two wheat cultivars. Acta Agronomica Sinica. 33(12): 2021-2027 (In Chinese with English abstracts).

Kumerth, W. H. and B. L. Appolonia. 1987. Use of mixograph and farinograph in wheat quality evaluation. pp: 27-51. In: H. Faridi (ed.), Rheology of Wheat Products. AACC Inc., St. Paul, Min., USA.

Levit, j. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Vol : 2. Water, Radiation, Salt and other Stresses. Academic Press. 497 pp.

Masoudi-nejad, A., B. Yazdi-samadi, C. Abd-mishani, M. N. Sarbolouki and M. Firoozi. 1999. Determining baking quality of iranian wheat cultivares using SDS-Sedimination test. Iranian J.Agric . Sci. 30: 25-34 (In Persian with English abstract).

Najafian, G .2001. Investigation of the kernel protein content on expression of quality attributes in four cultivars of bread wheat related to rheir HMW glutenin subunits. Iranian J. Agric. Sci. 32: 501-513 (In Persian with English abstract).

Norris, K. H., W. R. Hurschka, M. M. Bean and D. C. Slaughter. 1989. Definition of wheat hardness using near infrared reflectance spectroscopy. Cereal Foods World. 37:696-705.

Ozturk, A. and F. Aydin. 2004. Effect of water stress at various growth stages on some quality characteristics of winter wheat. J.of Agron. and Crop Sci. 190: 93-98.

Peterson, C. J., R. A. Graybosch, D. R. Shelton, and P. S. Baenziger. 1998. Baking quality of hard winter wheat: Response of cultivars to environment in the Great Plains. Euphytica.100:157-162.

Pierre, C. S., J. Petersona, A. Rossa, J. Ohma, M. Verhoevena, M. Larsona and B. Hoefera. 2008. White wheat grain quality changes with genotype, nitrogen fertilization, and water stress. Agron. J.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

100: 414-420.

Rosille, A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non- stress environments. Crop Sci. 21:934-946.

Shahedi, M., Gh. Kabir and M. Bahrami. 2005. Flour quality indices and dough rheological properties of Iranian wheats for production of tafton breed. J.Agric. Sci. Nat. Res. 12: 78-88 (In Persian with English abstract).

Sial, M. A., M. A. Arain, S. K. M. Naqavi, M. Dahoti and N. A. Nizamani. 2005. Yield and quality parameters of wheat genotypes as affected by sowing dated and high temperature stress. Pak. J. Bot. 37(3): 575-584.

Spraniji, L. D., and I. Bos. 1993. Component analysis of complex characters in plant breeding. Euphytica. 79: 225-235.

Yarmand, M. S. and M. Seyedein Ardabili, 2005. Effect of gluten and barley malt flour on staling and quality of barbari flat bread. iranian. J. Agric. Sci., 36(3):591- 602 (In Persian with English abstract).

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

Effect of terminal drought stress on grain yield and baking quality of hexaploid wheat genotypes

Mottaghi, M.[1], G. Najafian[2] and M. R. Bihamta[3]

ABSTRACT

Mottaghi, M., G. Najafian and M. R. Bihamta. 2009. Effect of terminal drought stress on grain yield and baking quality of hexaploid wheat genotypes**. Iranian Journal of Crop Sciences. 11 (3): 290-306 (in Persian).**

To study the response of 180 genotypes of hexaploid wheat to terminal drought stress for grain yield and baking quality properties, a field experiment was conducted at reasearch field station of Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran in 2005-2006 cropping season. Genotypes were planted in two separated experiments simulating non-stress and stress (applied from anthesis to physiologic maturity) conditions using an unreplicated systematic experimental design. Following identification and classification of genotypes in three groups: tolerant genotypes with reasonable yield potential (group A of Fernandez), genotypes with reasonable yield potential and susceptible to drought stress (group B of Fernandez) and moderately tolerant genotypes, genotypes of these three groups were evaluated for baking quality properties. Results of this experiments showed the theory of "improving bread quality properties of bread wheat under stress conditions" is only applicable to susceptible genotypes and to some extents to moderately tolerant genotypes, due mainly to increased grain protein content followed by reduction of 1000 grain weight in stress conditions. This theory is not relevant to drought tolerant genotypes, because in these genotypes no considerable change in proportion of protein content to carbohydrates was observed, under stress conditions. The results of this study suggested that identification and selection of genotypess with high grain yield and desirable baking quality properties under non-stress and stress conditions practicable. In this study 7 drought tolerant genotypes with good baking quality were identified in both non-stress and stress conditions. Although susceptible genotypes may gain better baking quality properties under stress conditions, but this is usually compensated by yield penalty.

Key words: Baking quality, Bread wheat, Gluten index, Protein content and Terminal drought stress.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.3.7.1]

Received: April, 2008

1- Former M.Sc. student, Sciences and Research Unit of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding author)
2- Assistant Prof., Seed and Plant Imrpovement Institute, Karaj, Iran
3- Professor, The University of Tehran, Karaj, Iran