"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دهم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۷

برآورد توانایی تنظیم اسمزی بر اساس پاسخ دانه های گرده به تنش خشکی در ارقام گندم نان (*Triticum aestivum L.*)

Assessment of osmoregulation capability in bread wheat *(Triticum aestivum L.)* cultivars using response of projected pollen grains to drought stress

کبری مقصودی[۱] و علی اکبر مقصودی مود[۲]

چکیده

مقصودی،ک. و ع. ا. مقصودی مود. ۱۳۸۷. برآورد توانایی تنظیم اسمزی بر اساس پاسخ دانه های گرده به تنش خشکی در ارقام گندم نان (*Triticum aestivum* L.). **مجله علوم زراعی ایران.** ۱۰(۱) :۱۴-۱.

در یک آزمایش گلدانی سی و سه رقم گندم از لحاظ توانایی تنظیم اسمزی، با استفاده از نسبت مساحت تصویر دانه‌های گرده در شرایط تنش خشکی و بدون تنش مقایسه شدند. دانه‌های گرده بوته‌های رشد یافته در شرایط بدون تنش، در محلول‌های ۳۰% و ۵۰% پلی‌اتیلن‌گلیکول (۶۰۰۰) قرار گرفته و پس از تهیه تصاویر میکروسکوپی دیجیتالی مساحت آنها با روش آنالیز تصویر اندازه‌گیری شد. در یک آزمایش مزرعه‌ای نیز عملکرد دانه این ارقام در قالب طرح کرت های خرد شده (تیمار بدون تنش و تنش خشکی در کرت‌های اصلی و ارقام گندم در کرت‌های فرعی) با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان بررسی شدند. بر اساس نتایج بدست آمده نسبت مساحت دانه های گرده قرار گرفته در محلول پلی اتیلن گلیکول ۵۰ به ۳۰ در صد، در ارقام دز، کویر، روشن، بک کراس روشن زمستانه، زرین، پیشتاز، الوند و امید بیشتر از واحد بود. بنابراین این ارقام در گروه دارای توانایی تنظیم اسمزی قرار گرفتند. بقیه ارقام دارای نسبت کمتر از واحد بودند و در گروه فاقد توانایی تنظیم اسمزی قرار گرفتند. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد نشان داد که اثر خشکی و رقم بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود و تنش خشکی سبب کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شد. میانگین عملکرد دانه ارقام دارای توانایی تنظیم اسمزی ۱/۷۳ برابر بیشتر از گروه فاقد توانایی تنظیم اسمزی بود. نتایج به دست آمده از مقایسه ارقام از لحاظ توانایی تنظیم اسمزی با نتایجی که از مقایسه عملکرد دانه این ارقام در شرایط تنش خشکی در مزرعه به دست آمد همبستگی معنی‌داری ($r = ۰/۲۹^{**}$) داشت. بالاتر بودن عملکرد در گروه توانا در تنظیم اسمزی به زیادتر بودن توانایی تنظیم اسمزی آنها نسبت داده شد. از این نتایج چنین نتیجه گیری می شود که ارقام دارای توانایی تنظیم اسمزی در مقایسه با ارقام فاقد توانایی تنظیم اسمزی، برای کشت در شرایط خشک ارجحیت دارند. بنابراین از این ارقام می‌توان در برنامه‌های به نژادی برای افزایش توانایی تنظیم اسمزی ارقام سازگار به شرایط خشک استفاده نمود.

واژه های کلیدی: تنظیم اسمزی، دانه گرده، تنش خشکی، گندم نان، عملکرد دانه، اجزای عملکرد.

تاریخ دریافت: ۸۶/۷/۲۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید با هنر کرمان

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

مقدمه

تنش خشکی مهمترین عاملی است که در بیشتر مراحل رشد گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه خشک با ایجاد محدودیت در رشد، دستیابی به عملکرد بالا را دشوار می سازد. با تشدید تنش خشکی، اب موجود در بافت‌ها و سلول‌های گیاهی به تدریج از دست رفته و در متابولیسم طبیعی بافت‌ها و سلول‌ها اختلال بوجود می ایـد و در نتیجه عملکرد به شدت کاهش مـی‌یابـد (Kramer, 1969). یکـی از روش‌هـای مفیـد مدیریت خشکی، کشت ارقام مقاوم در مناطق خشک مـی‌باشـد (Blum ; Richards, 1996; Whan *et al.*, 1993 and Punel, 1990).

برای حفظ عملکرد و متابولیسم طبیعی در گیاهان زراعی و در نتیجه تولید محصول رضایت بخش مـی بایست در سلول‌ها به مقدار کافی آب وجود داشته باشد (Liu *et al.*, 2005). مقدار آبی که اندام های مختلف گیاه در شرایط خشک از دست می‌دهند بستگی به چگونگی عکس‌العمل سلول‌های آنها به کاهش پتانسیل آب دارد. به هنگام بروز خشکی اگر سلول‌ها در حالت تورژسانس قرار داشته باشند، معمول‌ترین عکس‌العملی که در برابر اتلاف اب از خود نشان می‌دهند تغییر در پتانسیل تورژسانس و پتانسیل اسمزی است. هنگـامی کـه شرایط تعادلی جدیدی از لحاظ روابط آبی سلول بر قرار مي‌گردد، پتانسیل تورژسانس و پتانسیل اسمزی هر دو کاهش مي‌یابند (Morgan, 1992; Morgan and Condon, 1986). میزان تغییرات در حجم نسبی یا تغییر در مقدار اب موجود در سلول و در نتیجه تغییر در پتانسیل اب آن بستگی به میزان قابلیت ارتجاع دیواره سلول و همچنین پتانسیل اسمزی اولیه آن دارد. عکس‌العمل دیگری که ممکن است در سلول‌های گیاهی بروز کند، جبران اختلاف حاصل در پتانسیل آب است که خود مـی‌توانـد باعـث از دسـت رفـتن آب سـلول گـردد که ایـن امـر بـا کـاهش پتانسیل اسـمزی در اثـر افـزایش مـواد محلـول موجـود در پروتوپلاسـم بدسـت مـی‌آیـد (Morgan, 1991, Morgan, 1992). این عکس‌العمـل کـه باعث مي‌شود تورژسانس سلول به میـزان کمتـری تحـت تـاثیر خشـکی ایجـاد شـده، قـرار گیـرد و در نتیجـه اب سـلول را حفـظ کنـد، اصـطلاحا تنظـیم اسـمزی (Osmotic adjustment) نامیـــده مـــی‌شـــود (Cushman, 2001; Verslues and Bray, 2004). در نتیجه تنظیم اسمزی تورژسانس سلول حفظ می شود. یکی از نتایج حفظ تورژسانس باز نکه داشتن روزنه ها و انجام تبادلات گازی گیاه است (Morgan, 1980). در نتیجه تنظیم اسمزی، پتانسیل اب داخل سلول ثابت می ماند. لازم به ذکر است که این عمل تا حد معینی از کاهش مقدار آب سلول گیاهی امکان پذیر است و پس از آن به تـدریج در اثـر کـاهش پتانسـیل تورژسـانس حالـت پلاسـمولیز در سـلول ایجـاد مـی شـود (Hellebust, 1976; Hsiao *et al.*, 1976).

فرایند تنظیم اسمزی به عنوان یک صفت برای تحمل بـه خشـکی شـناخته مـی شـود (Richards, 2004) و اختلافـات قابـل ملاحظـه ای در تنظـیم اسـمزی بـین ارقـام مختلـف گنـدم گـزارش شـده اسـت (Turner and Jones, 1980; Blum *et al.*, 1983). توانایی تنظیم اسمزی رابطه مثبت با عملکرد دانه دارد، به طـوری کـه عملکـرد دانـه ارقـام دارای توانـایی تنظـیم اسمزی تحت شرایط تـنش خشـکی ۱/۶ برابـر بیشـتر از ارقـام فاقـد توانـایی تنظـیم اسـمزی مـی باشـد (Morgan, 1988). بنابراین تنظیم اسمزی در برگ پـرچم و دانـه گـرده مـی توانـد بـه عنـوان یـک شـاخص در برنامه های به نژادی گندم برای افزایش تحمل به خشکی مـورد اسـتفاده قـرار گیـرد (Delperee *et al.*, 2003; Maghsoudi Moud and Yamagishi, 2005). مورگـان (Morgan, 1991) گـزارش کـرده اسـت توانـایي تنظـیم اسمزی توسط یک ژن مغلوب کنترل می شود که روی کروموزوم شماره ۷ ژنـوم A در گنـدم نـان قـرار دارد (Morgan, 1980).

تشـخیص ارقـام توانـا از نظـر تنظـیم اسـمزی بـا

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

اندازه گیری مقدار پتانسیل اب، پتانسیل اسمزی و محتوی نسبی اب برگها امکان پذیر است (Morgan, 1999)، اما این روش پرزحمت و مستلزم صرف وقت و دقت زیاد می باشد، زیرا اندازه‌گیری بایستی روی تعداد زیادی نمونه در یک دوره زمانی با پیشرفت تدریجی تنش آب انجام شود. روش‌های دیگری نظیر بررسی عکس‌العمل رشد کلئوپتیل در برابر تنش خشکی (Morgan, 1988)، اندازه‌گیری غلظت یون پتاسیم (Morgan, 1992) و بررسی خصوصیات خمیر حاصل از ارد به دست آمده از دانه (Morgan and Tan, 1996) نیز برای تعیین توانایی تنظیم اسمزی پیشنهاد شده‌اند. یک روش دیگر تشخیص توانایی تنظیم اسمزی و تمایز ژنوتیپ‌های هموزیگوت از هتروزیگوت بررسی تغییرات مساحت تصویر دانه‌های گرده در شرایط تنش خشکی می‌باشد (Morgan, 1991). چون یک نسخه از DNA موجود در بوته مادری در هر سلول دانه گرده وجود دارد، بنابراین به نظر می‌رسد که هر گاه دانه های گرده در معرض محلول تنش زایی نظیر پلی‌اتیلن گلیکول قرار گیرند، ژن‌های مربوطه بیان گردیده و صفات مربوط به آنها بروز می نمایند (Morgan, 1999; Morgan, 1991). بنابراین می‌توان از دانه گرده برای تشخیص توانایی تنظیم اسمزی در بوته‌ها استفاده کرد (Morgan, 1999). با توجه به این که در هنگام بروز تنظیم اسمزی، یون پتاسیم بخش اصلی مواد محلولی است که در سلول تجمع پیدا می‌کنند (Leigh, 2001; Marchner, 1995)، لازم است که در محلول تنش‌زا به مقدار کافی یون پتاسیم وجود داشته باشد.

تاکنون در مورد شناخت مکانیزم‌های تحمل به خشکی در مجموعه ارقام گندم توصیه شده برای کشت در مناطق خشک ایران یا کشت به صورت دیم گزارشی منتشر نشده است. این تحقیق با هدف گروه‌بندی ارقام دارای توانایی تنظیم اسمزی و فاقد توانایی تنظیم اسمزی و مقایسه عملکرد آنها در مزرعه در شرایط تنش خشکی و شناسایی ارقام متحمل به خشکی با استفاده از این روش اجرا شد.

مواد و روش ها

به منظور ارزیابی توانایی تنظیم اسمزی در ارقام گندم (جدول ۱) (سایت شبکه اطلاع رسانی گندم ایران)، ازمایشی در گلخانه انجام گرفت. هر گلدان با ۱۰ کیلو گرم خاک لوم شنی (EC = 4 ds/m)، مخلوط با کود حیوانی پوسیده به نسبت ۱:٤ پر شد. پس از آبیاری با محلول غذایی هوگلند تا حد ظرفیت مزرعه، در مرحله اول پنج بذر کشت شد. بوته ها به ترتیبی آبیاری شدند که مقدار رطوبت خاک تا پایان دوره رشد در حد ظرفیت مزرعه حفظ شود تا بوته ها و دانه های گرده حاصل از آنها قبل از قرار گرفتن در معرض محلول پلی اتیلن گلیکول (PEG-6000) دچار تنش خشکی نشوند. نمونه برداری از دانه های گرده جهت تهیه تصویر از آنها مطابق روش مورگان (Morgan, 1999) انجام شد. در مرحله گرده افشانی پس از آمادگی بساک ها برای گرده افشانی از هر سنبلچه یک گلچه جدا و با دقت یک کیسه بساک از داخل آن خارج و به دو نیم تقسیم و هر نیم روی یک لام جداگانه قرار گرفت. بر روی یک نیمه محلول پلی اتیلن گلیکول (۶۰۰۰) ۳۰ درصد وزنی (معادل MPa ۲-) به عنوان شاهد و به نیمه دیگر محلول ۵۰ در صد وزنی (معادل MPa ۱۲-) به عنوان تنش خشکی اضافه شد (Morgan, 1999). محلول ۱۰ میلی مول کلرید پتاسیم (KCl) به عنوان پایه در تهیه محلول های ۳۰ و ۵۰ درصد پلی‌اتیلن گلیکول مورد استفاده قرار گرفت (Morgan, 1992; Morgan, 1999). پس از آزاد شدن دانه های گرده در محلول باقیمانده بساک خارج شد. بر روی هر لام یک لامل قرار گرفت. تهیه اسلایدها در زیر بینی‌کولر انجام شد تا از وجود دانه‌های گرده فراوان اطمینان حاصل شود. پس از ۲۴ ساعت در اثر خروج مقداری از محلول پلی‌اتیلن گلیکول به بیرون از لامل و خشک‌شدن تدریجی، لامل بر روی لام ثابت شد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

جدول ۱- لیست ارقام نان مورد مطالعه

Table 1. List of breed wheat cultivars used in this study.

رقم	Cultivar	رقم	Cultivar	رقم	Cultivar
خزر	Khazar	اترک	Atrak	قدس	Ghods
توس	Tous	نیک نژاد	Niknejad	نوید	Navid
شهریار	Shahryar	کویر	Kavir	هیرمند	Hirmand
شیراز	Shiraz	چمران	Chamran	رسول	Rasoul
دز	Dez	شیرودی	Shiroudi	الوند	Alvand
هامون	Hamoon	مرودشت	Marvdasht	الموت	Alamoot
پیشتاز	Pishtaz	سرداری	Sardari	مهدوی	Mahdavi
سایسون	Sissons	امید	Omid	زرین	Zarrin
گاسکوژن	Gascogne	آذر۲	Azar2	داراب۲	Darab2
گاسپارد	Gaspard	روشن	Roshan	تجن	Tajan
فلات	Falat	یک کراس روشن بهاره	B.C. Roshan (spring)	یک کراس روشن زمستانه	B.C. Roshan (winter)

ماخذ: سایت شبکه اطلاع رسانی گندم ایران

Source: http://www.iranwheat.ir

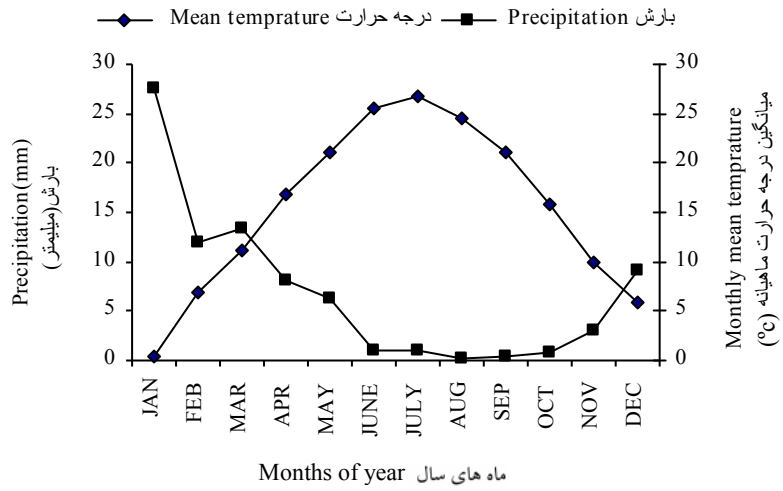
از اسلایدهای تهیه شده بوسیله میکروسکوپ مجهز به دوربین با بزرگ‌نمایی ۴۰X عکس تهیه شد. برای اندازه‌گیری مساحت دانه‌های کرده قسمت وسطی عکس‌هایی که دارای کیفیت مطلوبی بودند انتخاب و با استفاده از Scion-Image[1] نرم افزار ، مساحت دانه‌های کرده بر حسب میکرومتر مربع اندازه‌گیری گردید. تمام اندازه‌های بدست آمده میانگین مساحت ۱۰ تصویر دانه کرده هستند.

به منظور مقایسه عملکرد ارقام تحت شرایط تنش خشکی و بدون تنش، آزمایشی مزرعه ای در سال ۱۳۸۵ در قالب طرح کرت های یکبار خرد شده با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید باهنر کرمان با عرض جغرافیایی ۵۷ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۰ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۷۵۰ متر از سطح دریای ازاد انجام شد. میانگین بارندگی و درجه حرارت سالانه در محل آزمایش بر مبنای اطلاعات موجود در ۵۰ سال گذشته به ترتیب ۱۵۰ میلی متر و ۱۴ درجه سانتیگراد بود (شکل ۱). بر اساس روش اقلیم بندی کوپن Cf، این منطقه جزء مناطق خشک محسوب میشود. تیمار بدون تنش و تنش خشکی در کرت‌های اصلی و ارقام گندم در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. کود مصرفی بر اساس آزمون خاک تعیین و استفاده شد. بعد از اماده سازی زمین، معادل ۱۵۰ کیلو گرم در هکتار فسفات آمونیوم قبل از کاشت به خاک اضافه شد. بذرها با قارچ کش مانکوزب به میزان ۳ در هزار ضد عفونی شدند. هر کرت شامل ۳ ردیف ۲ متری با فاصله ردیف ۲۰ سانتیمتر بود که دو ردیف کناری به منظور حذف اثر حاشیه‌ای برای نمونه‌برداری استفاده نشدند. مقدار ۵۰ کیلو گرم در هکتار اوره نیز در زمان به ساقه رفتن بوته ها به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت. در طول دوره رشد کنترل علف های هرز به صورت دستی انجام گردید. بلافاصله بعد از کاشت ابیاری انجام گرفت. آبیاری کرت های بدون تنش تا پایان دوره رشد و کرت های تنش خشکی تا اواسط مرحله ساقه رفتن به ترتیبی انجام شد که رطوبت خاک در حد ظرفیت مزرعه حفظ شود. جهت اعمال تنش خشکی در اواسط مرحله ساقه رفتن، ابیاری کرت‌های تنش خشکی قطع گردید و رشد بوته‌ها با استفاده از رطوبت ذخیره شده در خاک در طی ۴ نوبت آبیاری و مجموع نزولات جوی در طول رشد (۱۵۰ میلی متر) بود. صفات مورد بررسی

۱- علاقمندان می‌توانند نرم‌افزار مذکور را از ادرس (http://www.Scioncorp.com/) بدون پرداخت وجه تهیه نمایند.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]



شکل ۱- میانگین ۵۰ ساله بارندگی (میلي متر) و دما (سانتی گراد) در ماه های مختلف سال در کرمان (سایت هواشناسی کشور).

Fig 1. Monthly mean of precipitation (mm) and temperature (^{0}C) of Kerman over the last 50 years (http://weather.ir)

عبارت از تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت بودند. داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS مورد تجزیه واریانس و همبستگی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

مساحت تصویر دانه‌های گرده ژنوتیپ‌های مختلف در محلول پلی اتیلن گلیکول ۳۰ و ۵۰ در صد و نسبت مساحت‌ها در محلول ۵۰% به ۳۰% در جدول ۲ نشان داده شده اند. همان طور که این جدول نشان می دهد، نسبت مساحت تصویر دانه‌های گرده در ارقام دز، کویر، روشن، بک کراس روشن زمستانه، زرین، پیشتاز، الوند و امید بیشتر از واحد و در بقیه ارقام کمتر از واحد می باشد. در ژنوتیپ های دارای توانایی تنظیم اسمزی، به دلیل اینکه تنظیم اسمزی به طور کامل انجام می شود، انتظار می رود که دانه‌های گرده در شرایط تنش خشکی به حالت متورم باقی مانده و شکل معمول خود را حفظ کنند (شکل ۲a و b). در این حالت نسبت مساحت تصویر دانه های گرده تیمار شده با PEG 50% به مساحت تصویر دانه های گرده شاهد (PEG 30%) از واحد بیشتر خواهد شد. اما در ارقام فاقد توانایی تنظیم اسمزی، به دلیل عدم بیان ژن or، دانه های گرده در محلول تنش زا چروکیده می شوند (شکل ۲c و d) و نسبت مساحت تصویر دانه های گرده تیمار شده (PEG 50%) بر مساحت تصویر دانه های گرده شاهد (PEG 30%) کمتر از واحد می شود (Morgan, 1999). این نتایج نشان می دهد که می توان گروه اول ارقام جدول ۲ که نسبت مساحت تصویر دانه گرده آنها از واحد بیشتر می باشد را توانا در تنظیم اسمزی و گروه دوم، که این نسبت برای ان ها کمتر از واحد است را غیر توانا در تنظیم اسمزی تقسیم بندی نمود. گروه اول شامل ارقام دز، کویر، روشن، بک کراس روشن زمستانه، زرین، پیشتاز، الوند و امید در گروه دارای توانایي تنظیم اسمزی و بقیه ارقام در گروه فاقد توانایی تنظیم اسمزی قرار گرفتند (جدول ۱). در همین زمینه مورگان (Morgan, 1999) با مقایسه دو رقم والد سانکو (Sunco) و هارتوگ (Hartog) که از لحاظ توانایی تنظیم اسمزی در برگ پرچم متفاوت بودند و در آزمایش‌های مزرعه‌ای نیز تفاوت هایی را از نظر توانایی تنظیم اسمزی نشان داده بودند، اعلام کرد که اندازه دانه‌های گرده

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

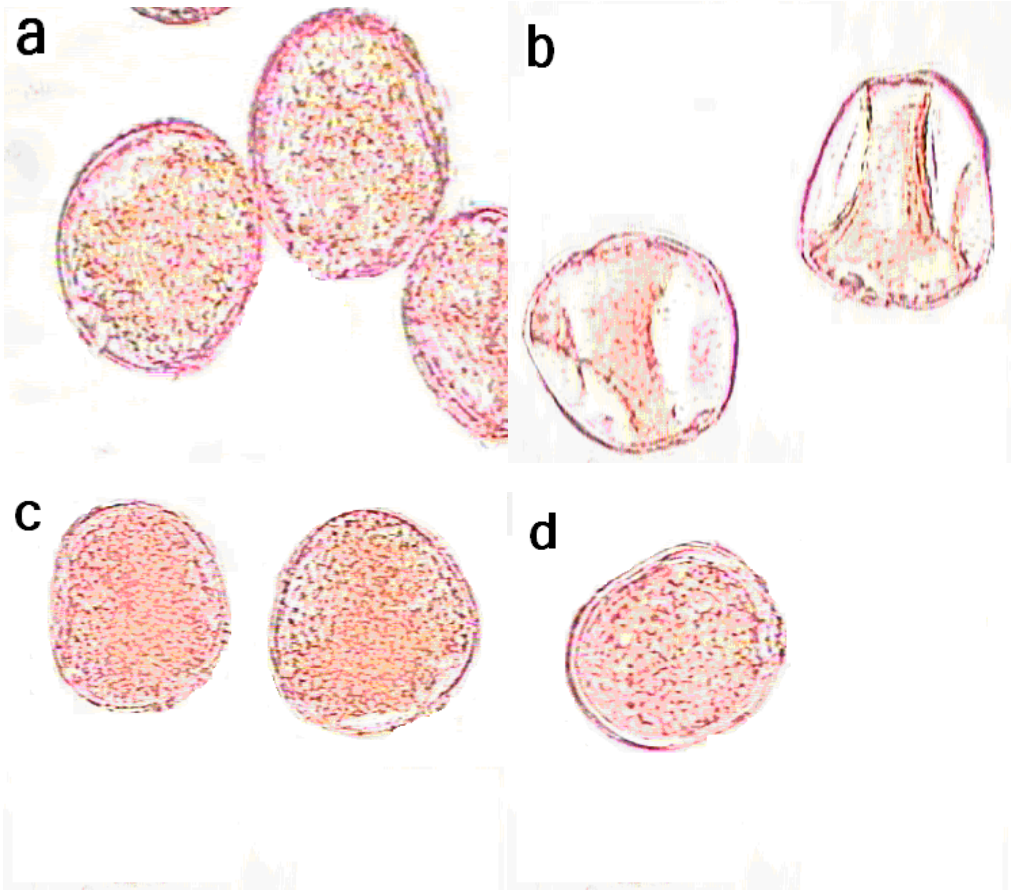
جدول۲- مساحت تصویر دانه گرده ، عملکرد دانه و شاخص برداشت ارقام گندم در شرایط بدون تنش و تنش خشکی.

Table 2. Projected pollen area, grain yield and harvest index of bread wheat cultivars grown under non-stress and drought stress.

Cultivar	رقم	مساحت دانه گرده Projected pollen grain area PEG 30%	PEG 50%	نسبت مساحت دانه گرده Pollen grain area ratio (50:30)%	عملکرد دانه (گرم بر متر مربع) Grain yield (g/m^2) بدون تنش No-stress	تنش خشکی Drought stress	شاخص برداشت Harvest Index بدون تنش No-stress	تنش خشکی Drought stress
Capable for osmoregulation	دارای توانایی تنظیم اسمزی							
Alvand	الوند	1.04	1.74	1.68	661.88	322.54	38.42	16.91
Pishtaz	پیشتاز	1.04	1.76	1.70	650.54	230.48	29.89	15.00
Dez	دز	1.11	1.94	1.74	420.44	264.60	24.87	19.16
Kavir	کویر	1.06	1.48	1.39	468.94	210.94	27.26	18.25
B.C. Roshan (winter type)	زمستانه روشن بک کراس	1.27	1.54	1.21	651.38	294.38	27.14	19.72
Roshan	روشن	1.03	1.86	1.80	676.82	333.82	31.82	15.72
Zarrin	زرین	1.03	1.80	1.74	651.64	229.12	36.04	23.40
Omid	امید	1.04	1.71	1.65	515.32	217.16	36.4	20.96
Incapable for osmoregulation	فاقد توانایی تنظیم اسمزی							
Azar 2	آذر۲	1.04	1.01	0.98	843.70	159.58	33.77	15.47
Atrak	اترک	1.82	1.79	0.82	595.96	196.46	37.03	25.38
Alamot	الموت	1.73	1.61	0.92	387.3	122.3	35.21	14.53
B.C. Roshan (spring type)	بک کراس روشن بهاره	1.73	1.58	0.92	407.6	187.46	41.58	28.51
Tajan	تجن	1.81	1.67	0.97	478.5	98.46	32.9	36.83
Chamran	چمران	1.62	1.49	0.92	415.54	183.2	34.49	22.28
Khazar	خزر	1.52	1.38	0.91	544.92	176.02	28.13	13.55
Darab 2	داراب۲	1.84	1.73	0.94	501.28	132.16	32.66	24.50
Rasoul	رسول	1.84	1.65	0.89	462.86	164.19	36.17	20.79
Sissons	سایسون	1.53	1.49	0.97	530.82	138.52	39.26	20.94
Sardari	سرداری	1.71	1.54	0.89	336.54	158.28	33.51	16.72
Shahryar	شهریار	1.72	1.55	0.90	428.18	175.00	31.59	10.73
Shiroudi	شیرودی	1.80	1.47	0.82	536.88	131.24	17.28	17.34
Falat	فلات	1.75	1.74	0.99	561.24	156.64	36.44	25.39
Marvdasht	مرودشت	1.67	1.38	0.82	564.32	129.46	31.89	19.24
Mahdavi	مهدوی	1.55	1.29	0.83	534.00	176.64	35.99	21.79
Navid	نوید	1.58	1.48	0.94	615.54	59.88	34.83	20.97
Niknejad	نیک نژاد	1.63	1.55	0.95	390.24	159.76	40.95	15.06
Hirmand	هیرمند	1.78	1.75	0.99	488.26	196.00	39.028	15.89
Tous	توس	1.58	1.40	0.88	458.74	134.98	33.66	23.53
Ghods	قدس	1.50	1.41	0.94	445.78	184.94	28.066	27.87
Gascogne	گاسکوژن	1.72	1.57	0.91	430.08	97.84	31.52	25.21
Hamoon	هامون	1.79	1.61	0.90	430.14	167.1	48.55	21.62
Gaspard	گاسپارد	1.57	1.41	0.89	286.64	110.94	30.70	22.95
Shiraz	شیراز	1.46	1.28	0.87	230.35	139.24	39.94	17.11

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]



شکل ۲- عکس‌العمل دانه‌های گرده رقم فاقد توانایی تنظیم اسمزی توس(a: در محلول ۳۰% پلی‌اتیلن گلیکول و b: محلول ۵۰% پلی‌اتیلن گلیکول) و رقم دارای توانایی تنظیم اسمزی زرین (c: در محلول ۳۰% پلی‌اتیلن گلیکول و d: محلول ۵۰% پلی‌اتیلن گلیکول) با بزرگ نمایی عدسی چشمی (10X) و شیئی (40X).

Fig 2. Responses of pollen grain of Tous as an incapable cultivar for osmoregulation under 30% (a) and 50% (b) and Zarrin as a capable cultivar under 30% (c) and 50% (d) PEG solutions (ocular 10X, objective 40X).

رقم هارتوگ که توانایی تنظیم اسمزی بالاتر دارد، در اثر افزایش غلظت پلی‌اتیلن گلیکول از ۳۰% به ۵۰%، در حضور کلرید پتاسیم (KCl) افزایش یافت. از طرف دیگر تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد دانه ارقام در شرایط تنش خشکی و بدون تنش در شرایط مزرعه نشان داد که اثر خشکی و رقم بر صفات عملکرد دانه و اجزای عملکرد (تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه)، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود(جدول۳). نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک شد. گونتا و همکاران (Guinta *et al.*, 1993) و زارع و قدسی (Zarea and Ghodsi, 2004) و پلات و همکاران (Plaut *et al.*, 2004) نیز دریافتند که کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی به علت کاهش در تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله می باشد. اگر چه عملکرد دانه ارقام تجن، گاسکوژن، هامون، رسول و داراب در شرایط ابیاری تقریبا برابر با عملکرد دانه ارقام دز و کویر بود (جدول ۲)، اما در شرایط تنش خشکی عملکرد دانه آنها افت بیشتری نسبت به عملکرد دانه ارقام دز و کویر داشت و این نشان

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

جدول۳ - تجزیه واریانس عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام گندم نان در تیمار های بدون تنش و تنش خشکی.

Table 3- Analysis of variance for grain yield and its components and harvest index (HI) in wheat cultivars under non-stress and stress conditions.

			میانگین مربعات (MS)					
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df	تعداد سنبله در متر مربع Spike/ m^2	تعداد دانه در سنبله Grain per spike	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI
Replication (R)	تکرار	2	239459.90^{**}	243.55^{ns}	36.66^{**}	3729.03^{*}	467893.25^{**}	0.001^{**}
Irrigation (I)	خشکی	1	239459.90^{**}	4415.67^{**}	7167.17^{**}	1468855.35^{**}	5689757.53^{**}	$.089^{*}$
Ea	خطای الف	2	9644.53	0.641	6.65	3034.76	67501.48	0.003
Cultivar (C)	رقم	32	8366.46^{**}	657.81^{**}	75.50^{**}	9651.16^{**}	73635.79^{*}	0.01^{**}
I × C	خشکی * رقم	2	10650.08^{**}	45.03^{**}	34.14^{**}	4573.17^{**}	86953.48^{**}	0.007^{ns}
E b	خطای ب	128	4817.68	49.57	7.59	5161.86	45976.07	0.008

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

ns: Non-significant.

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

ns : غیر معنی دار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

می دهد که ارقام مذکور به دلیل عدم توانایی در تنظیم اسمزی در شرایط تنش خشکی به شدت افت عملکرد دانه داشتند.

بطور کلی مقایسه عملکرد ارقام مورد ازمایش در شرایط مزرعه نشان داد که در شرایط تنش خشکی عملکرد دانه ارقام گروه دارای توانایی تنظیم اسمزی ۱/۷۳ برابر بیشتر از گروه فاقد توانایی تنظیم اسمزی مي باشد (جدول۴). در همین زمینه لودلو و همکاران (Ludlow *et al.*, 1983) اعلام کردند که در شرایط کمبود اب خاک، انتخاب لاین هايي از سورگوم با توانایی تنظیم اسمزی بالا باعث عملکرد دانه و وزن خشک بیشتر شد و این ارتباط در تنش های خشکی شدید بیشتر مي باشد.

معیار شاخص توانایی تنظیم اسمزی، یعنی مساحت دانه های گرده در شرایط خشک با عملکرد و با شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی داری داشت (جدول۵). عملکرد دانه بیشتردر ارقام دارای توانایی تنظیم اسمزی ناشی از زیادتر بودن شاخص برداشت بود (Morgan and Condon, 1986). شاخص برداشت بالاتر ناشی از تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بیشتر مي باشد (Pierce and Raschke, 1980; Morgan, 1980). نتایج بدست آمده در این آزمایش نیز حاکی از افزایش تعداد دانه ها و وزن هزار دانه آنها در شرایط خشک در گروه دارای توانایی تنظیم اسمزی مي باشد. در واقع علت کاهش تشکیل دانه در شرایط تنش خشکي افزایش تولید اسید آبسیسیک است (Morgan, 1980) که در برگ هایی که پتانسیل تورژسانس آنها به صفر نزدیک می شود، تولید و باعث سقط دانه های در حال تشکیل می شود. ممکن است به همین دلیل ارقام که فاقد توانایی تنظیم اسمزی هستند دانه کمتری تولید می کنند و شاخص برداشت آنها کاهش یابد (Quariie and Jones, 1977; Morgan, 1980; Pierce and Raschke, 1980; Cosgrove, 1986). در گروه ارقام دارای توانایی تنظیم اسمزی در مقایسه با ارقام فاقد توانایی تنظیم اسمزی وزن هزار دانه در شرایط خشک نسبت به شرایط بدون تنش کاهش کمتری داشت. در گروه ارقام دارای توانایی تنظیم اسمزی کاهش وزن هزار دانه در شرایط خشک نسبت به شرایط مرطوب ۱۷/۶۲ در صد بود در حالی که این مقدار برای ارقام فاقد توانایی تنظیم اسمزی ۴۰/۳۷ در صد بود (جدول ۶). استنباط می شود که توانایی تنظیم اسمزی از طریق حفظ اب بافت ها و تسهیل در انتقال مواد فتوسنتزی به مقدار بیشتر، کاهش وزن دانه ها در شرایط خشک را جبران کرد (Hsiao *et al.*, 1976). نتایج مشابهي توسط مورگان (Morgan, 1980) گزارش شده است.

گروه ارقام دارای توانایی تنظیم اسمزی در این آزمایش خصوصیت تحمل به خشکی را داشته و عمدتا برای کشت در مناطق خشک یا دیم توصیه شده اند. اگر چه گزارش هايي که مکانیزم های تحمل به خشکی را در این ارقام مشخص کرده باشد، در دسترس نمي باشد، ولی به نظر می رسد که این ارقام در داشتن توانایی تنظیم اسمزی به عنوان یک صفت تحمل به خشکی مشترک هستند. با توجه به اینکه منشاء این ارقام متفاوت است، انتظار می رود که از لحاظ خصوصیات دیگری که ممکن است در ایجاد مقاومت به خشکی در آنها وجود داشته باشد، سهم داشته باشند. از طرف دیگر در گروه ارقام فاقد توانایی تنظیم اسمزی، ارقامی نظیر نیک نژاد (متحمل به کم آبی)، شیراز (متحمل به شوری)، چمران (متحمل به گرما و خشکی) و هامون و هیرمند (متحمل به شوری و خشکی) وجود دارند که مناسب برای کشت در شرایط خشک هستند اما بر اساس نتایج بدست آمده از این تحقیق در گروه فاقد توانایی تنظیم اسمزی قرار گرفتند. استنباط می شود که این ارقام با استفاده از سایر مکانیزم های تحمل به خشکی به شرایط تنش خشکی سازگاری داشته باشند و در صورتی که برای توانایی تنظیم اسمزی بهبود یابند بتوانند سازگاری بیشتری برای کشت در مناطق خشک پیدا کنند.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

جدول ۴ – گروه بندی ارقام گندم به دو گروه دارا و فاقد توانایی تنظیم اسمزی بر اساس نسبت مساحت تصویر دانه های گرده در محلول های ۵۰ و ۳۰ در صد پلی ایتلن گلیکول و عملکرد دانه انها.

Table 4. Grouping of bread wheat cultivars into capable and incapable for osmoregulation based on the ratio of projected pollen area under 50% to 30 % PEG solutions and their corresponding grain yield.

Grouping	گروه بندی	میانگین عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Grain yield (g/m^2)	میانگین مساحت تصویر دانه گرده Projected pollen area (μm^2)		نسبت مساحت دانه گرده Pollen area ratio (50:30)%
			PEG 50%	PEG 30%	
Incapable for Osmoregulation	فاقد توانایی تنظیم اسمزی	149.44	1.54	1.69	0.91
Capable for Osmoregulation	دارای توانایی تنظیم اسمزی	262.88	1.73	1.62	1.08

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین مقادیر مساحت دانه های گرده، عملکرد دانه و شاخص برداشت ارقام گندم نان در شرایط بدون تنش و تنش خشکی.

Table 5. Correlation coefficients between projected pollen grains area, grain yield and harvest index in bread wheat cultivars under non-stress and drought stress conditions.

		عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest Index	مساحت دانه گرده در محلول ۳۰% Projected pollen area under 30% PEG solution
		بدون تنش شرایط Non- Stress condition		
Grain Yield	عملکرد دانه	1		
Harvest Index	شاخص برداشت	0.36^{**}	1	
Projected pollen area under 30% PEG solution	مساحت دانه گرده در محلول ۳۰%	$.001^{ns}$	-0.04^{ns}	1
		تنش خشکی شرایط Drought stress condition		
Grain yield	عملکرد دانه	1		
Harvest Index	شاخص برداشت	0.63^{**}	1	
Projected pollen area under 50% PEG solution	مساحت دانه گرده در محلول ۵۰%	0.29^{**}	0.23^{*}	1

* and**: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively. *و **به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.
ns : Non-significant. ns :غیر معنی دار.

جدول ۶ – میانگین اجزای عملکرد ارقام گندم دارا و فاقد توانایی تنظیم اسمزی در شرایط بدون تنش و تنش خشکی.

Table 6. Mean of yield components of capable and incapable bread wheat cultivars for osmoregulation under non-stress and drought stress conditions.

Environment	محیط	تعداد سنبله در متر مربع Spike/ m^2	تعداد دانه در سنبله Grain per spike	وزن هزار دانه 1000 grain weight
		دارای توانایی تنظیم اسمزی Capable for Osmoregulation		
Non-stress	بدون تنش	497.79	44.33	39.21
stress	تنش خشکی	235.89	39.88	32.3
		بدون توانایی تنظیم اسمزی Incapable for Osmoregulation		
Non-stress	بدون تنش	471.63	43.25	38.49
stress	تنش خشکی	188.11	27.87	22.95

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

با توجه به نتایجی که مورگان (Morgan, 1991) در مورد ژن کنترل کننده تنظیم اسمزی و نحوه وراثت ان گزارش کرده است، از نتایج بدست آمده در این تحقیق نیز استنباط می شود که ارقامی که دارای تنظیم اسمزی می باشند، ممکن است برای ژن or هموزیکوت مغلوب (oror) باشند، در حالی که ارقامی که فاقد توانایی تنظیم اسمزی می باشند ممکن است هموزیکوت غالب (OrOr) باشند. از نتایج این تحقیق می توان نتیجه گرفت که روش تشخیص توانایی تنظیم اسمزی درارقام بر اساس نسبت مساحت تصویر دانه های گرده تحت شرایط تنش و بدون تنش روش مناسبی برای استفاده در برنامه های به نژادی به روش بک کراس برای بهبود توانایی تنظیم اسمزی باشد. و ارقام دز، کویر، روشن، بک کراس روشن زمستانه، زرین، پیشتاز، الوند و امید می توانند برای این هدف به عنوان والد برای تولید ارقام متحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرند.

منابع مورد استفاده

References

Anonymous 2008. http:// www.weather.ir

Blum, A. and Y. Punel. 1990. Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment. Agric. Res. 41: 799-810.

Blum, A., J. Mayar and G. Gozland. 1983. Association between plant production and some physiological components of drought resistance in wheat. Plants Cell Env. 6: 216-225.

Cosgrove, D. J. 1986. Biophysical control of plant cell growth. Ann. Rev. Plant Physiol. 37: 377-405.

Cushman J. C. 2001. Osmoregulation in plants: Implications for agriculture. Amer. Zool. 41: 758-769.

Delperee, C., J. M. Kinter and S. Lutts. 2003. Low irradiance modifies the effect of water on survival and growth related parameter during the early development stages of buck wheat. Physiol. Plantareum. 119: 211-220.

Guinta, F., R. Motzo and M. Deidda. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. Field Crops Res. 33: 399-409.

Hellebust, J. A. 1976. Osmoregulation. Ann. Rev. Plant Physiol. 27: 485-505.

Hsiao, T. C., E. Acevedo, E. Fereres and D. W. Henderson. 1976. Stress metabolism. Water stress, growth, and osmotic adjustment. Philosop.Transactions of the Royal Soci. London. Series B. 273: 479-500.

Kramer, P. J. 1969. Plant and soil water relationship: a modern synthesis. McGrawHill, New York.

Leigh, R. A. 2001. Potassium homeostasis and membrance transport. J. Plant Nutr. and Soil Sci. 164: 193-198.

Liu, H. P., B. J. Yu, W. H. Zhang and Y. L. Liu. 2005. Effect of osmotic stress on the activity of Ht ATPase and the levels of covalently and non-covalenty conjugated polyamines in plasma membrane preparation from wheat seedling roots. Plant Sci. 168: 1599-1607.

Ludlow, M. M., A. C. P. Chu, R. J. Clements and R. G. Kerslanke. 1983. Adaptation of species of centrosema to water stress. Aust. J. Plant Physiol. 10: 119-130.

Maghsoudi Moud, A. A. and T. Yamagishi. 2005. Application of projected pollen area response to drought stress to determine osmsregulation capability of different wheat (*Triticum aestivum L.*) cultivars. Int. J. of

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

Agric. & Biol. 4: 604-605.

Marchner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd ed. American Press. San Diego. California, USA.

Morgan, J. M. 1980. Osmotic adjustment in the spikelets and leaves of wheat. Expt. Bot. 31: 655-65.

Morgan, J. M. 1980. Possible role of abscisic acid in reducing seed set in water stressed wheat plants. Nature. 285: 655-657.

Morgan, J. M. 1988. The use of coleoptile responses to water stress to differentiate wheat genotypes for osmoregulation, growth and yield. Ann. Bot. 62: 193-198.

Morgan, J. M. 1991. Gene controlling differences in osmoregulation in wheat Aust. J. Plant. Physiol. 18: 249-57.

Morgan, J. M. 1992. Osmotic components and properties associated with genotypic differences in osmoregulation in wheat. Aust. J. Plant. Physiol. 19: 67-76.

Morgan, J. M. 1999. Pollen grain expression of a gene controlling differences in osmoregulation in wheat leaves: a simple breeding method. Aust. J. Agric. Res. 50: 953-62.

Morgan, J. M. and A. G. Condon. 1986. Water use, grain yield, and osmoregulation in wheat. Aust. J. Plant Physiol. 13: 523-532.

Morgan, J. M. and M. K. Tan. 1996. Chromosomal location of a wheat osmoregulation gene using RFLP analysis. Aust. J. Plant Physiol. 23: 803-6.

Morgan, J. M., B. Rodriguez-Maribona and E. J. Knights. 1991. Adaptation to water-deficit in chickpea breeding lines by osmsregulation : relationship to grain yields in the field. Field Crops Res. 27: 61-70.

Pierce, M. and K. Raschke. 1980. Correlation between loss of turgor and accumulation of abscisic acid in detached leaves. Planta. 148: 174-182.

Plaut, Z., B. J. Butow, C. S. Blumenthal and C. W. Wrigley. 2004. Transport of dry matter into developing wheat kernels and its contribution to grain yeild under post-anthesis water deficit and elevated temperature. Field Crops Res. 86: 185-198.

Quarrie, S. A. and H. G. Jones. 1977. Effects of abscisic acid and water stress on development and morphology in wheat. J. Expt. Bot. 28: 192-203.

Richards, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Regulation. 20: 157-166.

Richards, R. A. 2004. Physiological traits used in the breeding of new cultivars for water scarce environments. In "New directions for a diverse planet". Proceedings of the 4th International Crop Sciences Congress. 26 Sep. to 1 Oct. 2004. Brisbane, Australia. Published on CD-ROM. Web site: http:// www.cropscuence.org.

Turner, N. C. and M. M. Jones. 1980. Turgor maintenance by osmotic adjustment: a review and evaluation, pp. 87-104. In Adaptation of Plants to Water and High Temperature Stress, N. C. Turner and P. J. Kramer (Eds.). John Wiley, New York.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

Verslues, P. E. and E. A. Bray. 2004. LWRI1 and LWR2 are required for osmoregulation and osmotic adjustment in Arabidopsis. American Society of Plant Physiol. 136: 2831-2842.

Whan B. R., G. P. Carlton, K. H. M. Siddique, K. L. Regan, N. C. Turner and W. K. Anderson. 1993. Integration of breeding and physiology: lessons from a water limited environment. In "International crop science, I; International crop science congress, Ames, Iowa, USA. July 14-22. Pp. 607-614.

Zarea- Feizabady, A. and M. Ghodsi. 2004. Evaluation of yield and yield components of facultative and winter bread wheat genotypes (*Triticum aestivum L.*) under different irrigation regimes in Khorasam province in Iran. J. of Agron. 3: 184-187.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

Assessment of osmoregulation capability in bread wheat *(Triticum aestivum L.)* cultivars using response of projected pollen grains to drought stress

Maghsoudi, K.[1] and A. A. Maghsoudi Moud[2]

ABSTRACT

Maghsoudi, K. and A. A. Maghsoudi Moud. 2008. Assessment of osmoregulation capability in bread wheat *(Triticum aestivum L.)* cultivars using response of projected pollen grains to drought stress. **Iranian Journal of Crop Sciences. 10 (1):1-14.**

In this study thirty three wheat cultivars were compared for osmoregulation capability using the ratio of projected pollen grains area under water stress to normal conditions. Digital images of pollen grains obtained from plants grown under well watered condition, were analyzed to obtain their projected areas. Field experimental arranged in a split-plot (cultivars were assigned to sub-plots and drought stress to main plots) in order to compare cultivars grain yield under water stressed and well watered conditions. Based on the results of pollen area ratio, cultivars were divided into two groups. Cultivars, Dez, Kavir, Roshan, Back Cross Roshan (winter type), Zarrin, Pishtaz, Omid and Alvand were classified as capable for osmoregulation as they had a ratio of higher than unit, while the others were grouped as incapable since had ratio lower than unit. Results of ANOVA showed that drought stress and cultivar had significant effects on grain yield and its components as well as biological yield and harvest index. In general, drought stress significantly reduced the grain yield. On the other hand, average grain yield of osmoregulation capable group was 1.73 times greater than that of incapable group. Meanwhile, significant correlation coefficient ($r = 0.29^{**}$) was found between projected pollen area and grain yield under drought stress condition, implying that increased grain yield could be attributed to osmoregulation capability. Wheat cultivars grouped as capable for osmoregulation are suggested to be used in breeding programs for increasing drought tolerance.

Key words: Osmoregulation, Pollen grain**,** Water stress, Bread wheat.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-29]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.1.1.4]

Received: October 2007

1- M.Sc. Student, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran (Corresponding author)
2- Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran