

## بررسی تحمل به خشکی ۱۲ رقم گندم (*Triticum aestivum*) در منطقه شیروان

سید مرتضی عظیم‌زاده<sup>۱</sup>

### چکیده

جهت بررسی تحمل به خشکی ۱۲ رقم گندم، پژوهشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان در سال زراعی ۱۳۸۳-۸۴ در دو آزمایش جداگانه به صورت آبی و دیم به اجرا در آمد. هر آزمایش به صورت بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. طول هر کرت ۵ متر و عرض آن ۱/۵ متر، مقدار بذر در واحد سطح ۵۰۰ دانه در متر مربع در هر دو آزمایش آبی و دیم در نظر گرفته شد. در اوایل مرحله پرشدن دانه از برگ‌های گیاهان در هر کرت به منظور به دست آوردن نشت الکترولیت غشای و محتویات نسبی آب برگ‌ها نمونه برداری انجام شد. بعد از برداشت محصول، تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه و عملکرد دانه محاسبه شد. با توجه به عملکرد هر رقم در شرایط آبی و دیم شاخص تحمل به خشکی (STI) و شاخص حساسیت به خشکی (SSI) محاسبه شد و داده‌های آزمایش به صورت مرکب تجزیه گردید. نتایج آزمایش نشان داد که ارقام چمران و کراس سبلان در محیط آبی با تولید ۲۰۰۵ و ۲۳۱۰ کیلوگرم در هکتار از عملکرد قابل قبولی برخوردار بودند. بیشترین تولید در محیط دیم نیز به ترتیب با تولید ۶۴۸ و ۵۵۱ کیلوگرم در هکتار متعلق به این دو رقم بود. رقم کراس سبلان و چمران به ترتیب دارای شاخص تحمل به خشکی معادل ۶/۸ و ۶/۶ بودند که در مقایسه با بقیه ارقام بیشتر بود. رقم کراس سبلان هم‌چنین دارای شاخص حساسیت به خشکی بالایی بود، ولی رقم چمران دارای شاخص تحمل به خشکی بالا و شاخص حساسیت به خشکی پایینی در مقایسه با سایر ارقام بود. نشت الکترولیت غشای نیز در رقم چمران در مقایسه با اکثر ارقام کمتر بود. با توجه به خصوصیات مذکور دو رقم کراس سبلان و چمران برای کشت در مناطقی که کشاورزان با محدودیت منابع آب روبرو هستند دارای برتری می باشند.

---

واژه‌های کلیدی: مقاومت به خشکی، حساسیت به خشکی، نشت الکترولیت، محتوی نسبی آب، گندم، عملکرد.

## مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک کمبود آب آبیاری یکی از عوامل محدودکننده تولیدات کشاورزی می‌باشد. تنش آب در شرایط دیم و آبی می‌تواند برای گیاه بحرانی و تاثیر زیادی بر عملکرد محصول داشته باشد. خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته و عملکرد محصولات را در مناطق نیمه‌خشک و دیم کاهش می‌دهد (Mozzaffari et al., 1996). دستیابی به ارقامی که قادر به تولید عملکرد بالا در شرایط تنش رطوبت یا خشکی باشند از اهداف اساسی و بسیار مهم در انتخاب محصولات زراعی می‌باشد (Sarmadnia and Koocheki, 2000; Lessani, 1993). تعیین روشی برای شناسایی و انتخاب ارقامی که در شرایط تنش دارای برتری باشد اهمیت زیادی دارد. روش‌های متعددی در بررسی‌های اثرات کمبود آب یا خشکی به کار رفته است که در آن‌ها شناسایی مقاومت گیاه مورد مطالعه بوده است. روش‌های مذکور شامل روش وزنی برای اندازه‌گیری پتانسیل آب گیاه (Collis and Sands, 1962)، مقاومت در برابر انتشار گازها (Jons, 1977)، تنظیم پتانسیل اسمزی برگ‌ها و اندازه‌گیری اسید آمینه پرولین (Johnson, et al., 1984)، مقدار فتوستتر و تثبیت گاز کربنیک (Fredrick and Marshal, 1985) و اندازه‌گیری کاهش رشد برگ می‌باشد (Clarke and McCaig, 1982). ایل جین (Iljin, 1957) اولین کسی بود که برای تعیین تحمل به خشکی از اندازه سلول استفاده نمود و گزارش کرد که نسبت حجم سلول به سطح آن می‌تواند بیانگر تحمل به خشکی باشد و هر چه این نسبت کوچک‌تر باشد تحمل به خشکی بیشتر است. ریت چی و هنری (Ritchie and Henry, 1990) در بررسی اثر رطوبت که بر روی دو رقم گندم انجام دادند ملاک تنش را میزان آب نسبی برگ‌ها در نظر گرفتند. سولیوان و استین (Sullivan and Eastin, 1994) میزان تحمل به خشکی را از طریق اندازه‌گیری مقدار تراوش الکتروولت‌ها در محیط مایع تعیین کرده‌اند.

وینسلو و اسمیرنوف (Winslow and Smirnoff, 1984) نشان دادند ژنوتیپ‌هایی که تحمل به تنش محیطی از قبیل خشکی را دارند، تخریب غشای سیتوپلاسمی کمتری پیدا می‌کنند. فیشر و مورر (Fisher and Maurer, 1978) شاخص حساسیت به خشکی<sup>۱</sup> و فرناندز (Fernandez, 1993) شاخص مقاومت به خشکی<sup>۲</sup> را جهت تعیین ارقام مقاوم به خشکی ارائه نمودند. مک‌لاگان (Maclagan, 1993) بر اساس بررسی‌هایی که روی گیاهان مختلف انجام داد گزارش نمود که میزان آب نسبی برگ‌ها را می‌توان به عنوان یک شاخص در میزان تنش و پژمردگی آن‌ها در آزمایشگاه به کار برد.

هدف از اجرای این آزمایش بررسی و مقایسه ۱۲ رقم گندم از نظر تحمل آن‌ها به تنش خشکی به منظور شناسایی ارقام متحمل به خشکی برای کشت در مناطق کم آب بود.

## مواد و روش‌ها

این طرح در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان در دو محیط دیم و آبی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و دوازده رقم گندم اجرا شد. در محیط آبی پنج نوبت آبیاری هم‌زمان با کشت، زمان شروع ساقه‌دهی، زمان حجیم شدن برگ پرچمی، زمان گل‌دهی و زمان پرشدن دانه‌ها انجام شد. در هر نوبت آبیاری معادل ۶۰ میلی‌متر آب توسط تانکر که خروجی آن دارای کنتور بود به محیط آبی داده شد. هر رقم در ۶ خط ۵ متری با فاصله خطوط ۲۵ سانتی‌متری (۷/۵ مترمربع) و به صورت دستی کشت شد. مقدار بارندگی در طول دوره رشد ۲۱۴/۲ میلی‌متر بود. ارقام مورد کشت در آزمایش شامل، کوهدشت، مرودشت، کراس اروند، کراس سبلان، چمران، زاگرس، سبلان، الوند، طوس، سایونز، پاستور و آذر-۲ بود. تراکم بذر ۵۰۰ دانه در متر مربع در نظر گرفته شد و عملیات کشت توسط دست در تاریخ پانزدهم آبان در هر دو محیط انجام شد. با توجه به آزمایش خاک مزرعه مقدار ۱۵۰ کیلوگرم

1. Stress Susceptibility Index

2. Stress Tolerance Index

الکتریکی اندازه‌گیری شد. شاخص حساسیت به خشکی با توجه به روش فیشر و مورر (Fisher and Maurer, 1978) و شاخص تحمل به خشکی با توجه به روش فرناندز (Fernandez, 1993) به شرح زیر محاسبه شد.

$$D=1-YD/YP \quad SSI=(1-YDi/YPi)/D$$

D = شدت خشکی

SSI = شاخص حساسیت به خشکی

YD = میانگین عملکرد کل تحت شرایط تنش

YP = میانگین عملکرد کل تحت شرایط بدون تنش

YDi = عملکرد هر رقم در محیط دارای تنش

YPi = عملکرد هر رقم در محیط بدون تنش

فرناندز (Fernandez, 1993) جهت محاسبه تحمل به خشکی ارقام رابطه زیر را ارائه نمود.

$$STI = (YPi \times Ysi) / (YP)^2$$

STI = شاخص تحمل به خشکی

YPi = عملکرد هر رقم در شرایط بدون تنش

Ysi = عملکرد هر رقم در شرایط تنش

YP = میانگین کل عملکرد ژنوتیپ‌های در شرایط بدون تنش  
بعد از اندازه‌گیری تمام صفات، تجزیه داده‌ها با توجه به دو محیط آبی و دیم به صورت مرکب با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

## نتایج

همان گونه که در جدول شماره ۱ ملاحظه می‌شود اثر محیط بر تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، عملکرد دانه و نشت الکترولیت غشای معنی‌دار بود. اثر رقم نیز بر وزن هزاردانه، عملکرد دانه، و اثر متقابل محیط و رقم نیز بر وزن هزاردانه و نشت الکترولیت‌ها معنی‌دار بود.

### عملکرد و اجزای عملکرد

متوسط (آبی و دیم) عملکرد دانه در ارقام کراس سبلان، کراس اروند، مرودشت و چمران به ترتیب ۱۴۳۱، ۱۳۴۰، ۱۳۳۳ و ۱۳۲۶ کیلوگرم در هکتار و از بقیه ارقام بیشتر بود. ارقام

کود فسفره از منبع دی آمونیم فسفات و ۵۰ کیلوگرم کود اوره هم‌زمان با آماده‌سازی زمین استفاده و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. علف‌های هرز در طول دوره رویش و در هر زمانی که لازم بود توسط کارگر وجین شد.

در طی فصل رشد و در ابتدای زمان پرشدن دانه محتوای نسبی آب برگ‌ها و میزان نشت الکترولیت غشای برگ‌ها تعیین گردید. تعداد سنبله در متر مربع توسط واحد نمونه‌برداری به مساحت یک متر مربع تعیین شد. پس از برداشت محصول در بیست و پنجم تیرماه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه نیز به دست آمد. جهت برآورد محتوای نسبی آب برگ‌ها، ابتدا از هر ۱۲ رقم گندم (در هر دو محیط) در ابتدای مرحله پرشدن دانه‌ها تعداد ۱۰ بوته در هر واحد آزمایشی انتخاب و بلافاصله وزن تر (اولیه) تمام برگ‌هایی که هنوز سبز بودند با ترازوی دارای دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس این برگ‌ها به داخل لوله آزمایش حاوی ۲۰ میلی لیتر آب مقطر انتقال یافت و در دمای آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شد. بعد از این مدت برگ‌ها از لوله آزمایش بیرون آورده و پس از خشک کردن با کاغذ صافی، وزن تورژسانس آن‌ها تعیین گردید سپس برگ‌ها به داخل آون منتقل و ۴۸ ساعت در دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و بعد از خشک شدن، وزن آن‌ها تعیین و در نهایت با استفاده از رابطه زیر محتوای آب نسبی برگ‌ها<sup>۱</sup> محاسبه گردید.

(وزن خشک - وزن اشباع) / (وزن خشک - وزن اولیه) = محتویات نسبی آب برگ‌ها به منظور تعیین نشت الکترولیت‌ها در هر دو محیط آبی و دیم از هر رقم تعداد بیست نمونه از برگ‌های انتهایی ساقه در ابتدای مرحله پر شدن دانه‌ها تهیه و بلافاصله به داخل شیشه‌های درپوش‌دار محتوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر منتقل و در دمای آزمایشگاه به مدت بیست و چهار ساعت نگهداری گردید و پس از ۲۴ ساعت میزان نشت الکترولیت‌ها از طریق اندازه‌گیری هدایت الکتریکی آن‌ها بر حسب دسی زیمنس بر سانتی‌متر به وسیله دستگاه اندازه‌گیری هدایت

<sup>۱</sup>. Relative Water Content

رابطه یکنواخت مثبت یا منفی بین وضع آب در گیاه و میزان عملکرد در این آزمایش مشاهده نشد. برعکس ارقامی که مقدار پتانسیل آب آن‌ها با یکدیگر اختلاف نداشتند، از لحاظ عملکرد متفاوت بودند.

#### شاخص تحمل به خشکی

همان‌گونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، ارقام با توجه به عملکرد دانه و شاخص تحمل به خشکی (STI) در چهار گروه طبقه‌بندی شدند. هیچ رقمی در گروه A قرار نگرفت. ارقامی که در گروه B قرار گرفته‌اند از عملکرد کم و شاخص تحمل به خشکی کمی برخوردار بودند. ارقامی که در گروه C قرار گرفتند از عملکرد نسبتاً بالا و شاخص تحمل به خشکی بالایی نیز برخوردار بودند و رقمی که در گروه D قرار گرفت از عملکرد نسبتاً بالا و شاخص تحمل به خشکی کمی برخوردار بود. بنا براین به منظور یافتن ارقام پر محصول با تحمل خوب به خشکی، باید به ارقامی که در گروه C قرار دارند توجه نمود. ارقام چمران، کراس سبلان، کراس ارون و مرودشت در مقایسه با بقیه ارقام عملکرد بیشتری تولید نمودند که در بین این چهار رقم بیشترین عملکرد (۱۴۳۱ کیلوگرم در هکتار) متعلق به رقم کراس سبلان بود. ارقام کراس سبلان و چمران علی‌رغم این که عملکرد بالایی تولید نمودند از شاخص تحمل به خشکی بیشتری نیز در مقایسه با بقیه ارقام برخوردار بودند که این موضوع حایز اهمیت می‌باشد. دو رقم کراس ارون و مرودشت که از عملکرد بیشتری برخوردار بودند از نظر شاخص تحمل به خشکی در مقایسه با ارقام چمران و کراس سبلان در رده پایین‌تری قرار داشتند. در بین این ارقام رقم‌های پاستور، کوه‌دشت، طوس و زاگرس هم از عملکرد دانه کم‌تری برخوردار بودند و هم دارای شاخص تحمل به خشکی پایین‌تری بودند. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود رقم زاگرس دارای کمترین شاخص تحمل به خشکی و کمترین عملکرد می‌باشد.

زاگرس و طوس با تولید ۵۱۱ و ۷۱۷ کیلوگرم در هکتار دارای کم‌ترین متوسط تولید دانه بودند (جدول ۲). در شرایط دیم ارقام چمران و کراس سبلان به ترتیب مقدار ۶۴۸ و ۵۵۱ کیلوگرم در هکتار دانه تولید نمودند که در مقایسه با بقیه ارقام بیشتر بود. رقم کراس سبلان با تولید ۲۳۱۰ کیلوگرم در هکتار دانه در شرایط آبی نیز در مقایسه با بقیه ارقام بیشترین تولید را دارا بود (جدول ۲).

بیشترین متوسط (آبی و دیم) وزن هزاردانه متعلق به رقم کراس سبلان و معادل ۳۹/۵ گرم بود که در مقایسه با بقیه ارقام بیشتر بود. وزن هزاردانه کراس سبلان و کراس ارون در محیط آبی نیز از بقیه ارقام بیشتر و به ترتیب معادل ۴۱ و ۴۰ گرم بود. در محیط دیم بیشترین وزن هزار دانه متعلق به ارقام کراس سبلان، سبلان و الوند و به ترتیب ۳۸، ۳۷ و ۳۷ گرم بود (جدول ۲).

#### نشت الکترولیت غشاء

علی‌رغم این‌که اختلاف بین تیمارها از نظر مقدار متوسط نشت الکترولیت‌ها معنی‌دار نبود، ولی متوسط نشت الکترولیت غشاء در ارقام چمران، طوس، سایونز و پاستور به ترتیب ۲۲/۶، ۲۱/۵، ۲۳/۴ و ۲۲ دسی‌زیمنس بر سانتی‌متر بود که در مقایسه با بقیه ارقام کمتر و رقم زاگرس با دارا بودن ۳۸/۷ دسی‌زیمنس بر سانتی‌متر بیشترین مقدار نشت الکترولیت غشاء را دارا بود. در شرایط دیم به دلیل تنش رطوبت مقدار نشت الکترولیت غشاء در مقایسه با شرایط آبی تقریباً در کلیه ارقام بیشتر بود و رقم زاگرس با ۶۳ دسی‌زیمنس بر سانتی‌متر بیشترین مقدار نشت الکترولیت غشاء در شرایط دیم را دارا بود که بیانگر خسارت بیشتر این رقم در شرایط تنش رطوبت می‌باشد (جدول ۲).

#### محتویات نسبی آب

متوسط محتویات نسبی آب در ارقام مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت، ولی محتویات نسبی آب در تیمارهای آبی و دیم اختلاف زیادی داشت. همان‌گونه که انتظار می‌رود در محیط آبی کلیه ارقام در مقایسه با محیط دیم محتویات نسبی آب بیشتری داشتند. ارقام چمران و طوس در هر دو محیط دارای محتویات نسبی آب یکسانی بودند (جدول ۲). البته هیچ

### بحث

همانگونه که ذکر گردید ارقام چمران، کراس سبلان، کراس ارونند و مرودشت به ترتیب و به طور متوسط مقدار ۱۳۲۶، ۱۴۳۱، ۱۳۴۰ و ۱۳۳۳ کیلوگرم در هکتار دانه تولید نمودند که در مقایسه با بقیه ارقام بیشتر بود. ولی در محیط دیم بیشترین تولید متعلق به دو رقم چمران و کراس سبلان بود که به ترتیب معادل ۶۴۸ و ۵۵۱ کیلوگرم در هکتار تولید داشتند. در محیط آبی ارقام چمران، کراس سبلان، کراس ارونند و مرودشت به ترتیب ۲۰۰۵، ۲۳۱۰، ۲۲۵۷ و ۲۲۲۵ کیلوگرم در هکتار تولید دانه داشتند که در مقایسه با بقیه بیشتر بود. گرچه عملکرد محصول در شرایط خشک یکی از معیارهای انتخاب ارقام سازگار به مناطق خشک می باشد و تعداد زیادی از محققین از این صفت برای انتخاب ارقام استفاده نموده اند (Ansari and Azimzadeh, 2004; Poordad and Eskandari, 2001; Safikhani and Mahmoodi, 2000; Alizadeh Dizaj and Eskandari, 2002b; Alizadeh Dizaj and Eskandari, 2002b; Neyestani and Azimzadeh, 2003) ولی عملکرد دانه بیشتر چنانچه با سایر شاخصها محک زده شوند از قابلیت اعتماد بیشتری برخوردار خواهد بود.

متوسط مقدار نشت الکترولیت غشای ارقام چمران، طوس، سایونز و پاستور به ترتیب معادل ۲۲/۶، ۲۱/۵، ۲۳/۴ و ۲۲ دسی زیمنس بر سانتی متر و در مقایسه با بقیه کمتر بود. در محیط دیم نیز همین چهار رقم و رقم کوهدشت در مقایسه با بقیه ارقام از نشت الکترولیت غشای کمتری برخوردار بودند که بیانگر خسارت کمتر غشای سلولی آنها از خشکی می باشد. وینسلو و اسیمرف (Winslow and Smirnoff, 1984) نشان دادند که ژنوتیپهایی که متحمل به تنش خشکی هستند تخریب غشای سیتوپلاسمی کمتری پیدا می کنند. سولیوان و آستین (Sullivan and Eastin, 1994) میزان تحمل به خشکی را بر اساس اندازه گیری مقدار تراوش الکترولیت ها در محیط مایع تعیین کرده اند. نیستانی و عظیمزاده (Neyestani and Azimzadeh, 2003) از این روش برای تعیین

نشت الکترولیت غشای این رقم نیز در محیط دیم از کلیه ارقام بیشتر بود که بیانگر خسارت بیشتر این رقم از خشکی می باشد.

### شاخص حساسیت به خشکی

با توجه به شکل شماره ۲، ارقام با توجه به عملکرد دانه و شاخص حساسیت به خشکی در چهار گروه قرار گرفتند. ارقامی که در گروه A قرار گرفته اند از عملکرد نسبتاً کم و شاخص حساسیت به خشکی نسبتاً بالایی برخوردار بودند. ارقام گروه B دارای عملکرد و شاخص حساسیت به خشکی کمی بودند. ارقامی که در گروه C قرار داشتند، از عملکرد نسبتاً بالا و شاخص حساسیت به خشکی بالایی نیز برخوردار بودند و ارقام گروه D از عملکرد نسبتاً بالا و شاخص حساسیت به خشکی نسبتاً کمی برخوردار بودند.

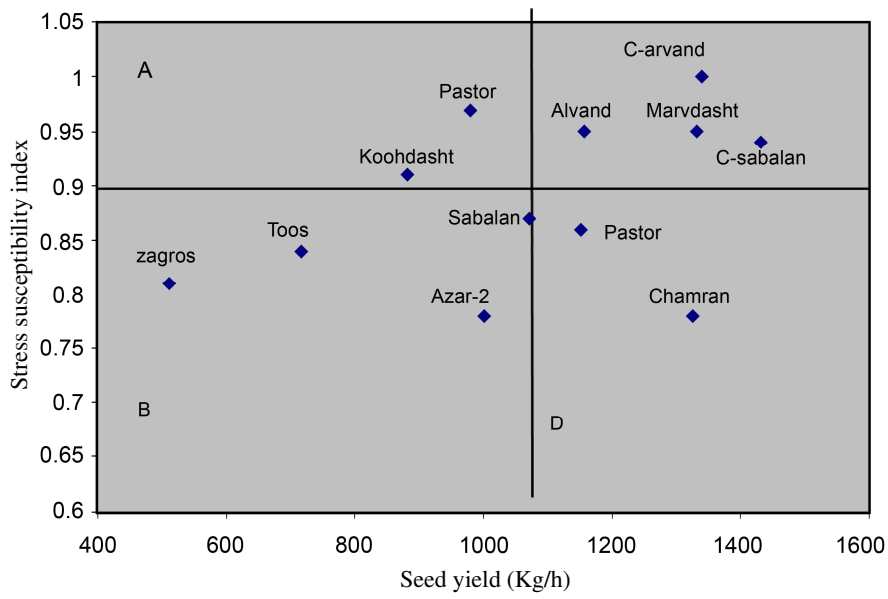
بنابراین به منظور یافتن ارقام پرمحصول یا شاخص حساسیت به خشکی پایین باید در بین ارقامی که در گروه D قرار می گیرند جستجو نمود. ارقام کراس سبلان، کراس ارونند و مرودشت در گروه C قرار گرفته اند، یعنی در مقایسه با بقیه ارقام از عملکرد بالاتری برخوردارند، ولی دارای شاخص حساسیت به خشکی بالایی نیز می باشند که آنها را در مقابل تنش های خشکی حساس می کند. ولی رقم چمران که در گروه D قرار گرفته است، عملکردی معادل ارقام کراس ارونند و مرودشت داشته، ولی شاخص حساسیت به خشکی آن از این دو رقم کم تر بوده که صفت مطلوبی می باشد. رقم چمران علاوه بر برخورداری از عملکرد بالا و شاخص حساسیت به خشکی کمتر، از شاخص تحمل به خشکی بالایی نیز برخوردار می باشد که مجموعه این صفات باعث اطمینان از کشت این رقم در مناطق کم آب می باشد. متوسط نشت الکترولیت غشای رقم چمران نیز در مقایسه با اکثر ارقام کمتر بود که این موضوع نیز بیانگر خسارت کم تر این رقم از خشکی می باشد.

عظیم‌زاده و نیستانی (Azimzadeh and Neyestani, 2006) به منظور ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های گلرنگ و صفایی (Safaie, 2004) از این شاخص‌ها برای انتخاب ارقام جو های دوردیفه متحمل به خشکی استفاده نموده است.

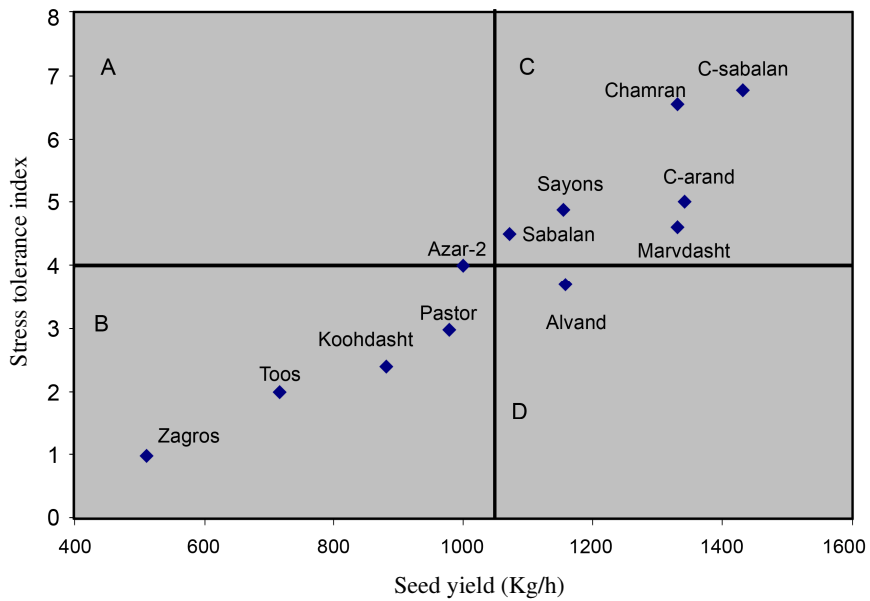
با توجه به نتایج حاصله از این آزمایش به نظر می‌رسد که دو رقم کراس سبلان و چمران برای کشت در مناطق کم آب در مقایسه با بقیه ارقام مناسب تر باشند. رقم کراس سبلان هم در محیط آبی و هم در محیط دیم در مقایسه با سایر ارقام دارای عملکرد قابل قبولی بود. علی‌رغم شاخص حساسیت به خشکی نسبتاً بالا، شاخص تحمل به خشکی این رقم در مقایسه با سایر ارقام بسیار بالا بود. متوسط نشت الکترولیت غشای این رقم از رقم چمران بیشتر و از اکثر ارقام موجود در آزمایش کمتر بود. گرچه رقم چمران متوسط عملکرد دانه کمتری از کراس سبلان تولید نمود ولی عملکرد دانه این رقم در محیط دیم از بقیه ارقام بیشتر بود. متوسط نشت الکترولیت غشای این رقم معادل رقم طوس و پاستور و از سایر ارقام کمتر بود. شاخص تحمل به خشکی چمران معادل کراس سبلان و از بقیه ارقام بیشتر بود و شاخص حساسیت به خشکی در چمران معادل آذر-۲ و از کلیه ارقام کمتر بود. محتویات نسبی آب برگ ها در ارقام مختلف از روند خاصی تبعیت نمود ولی محتویات نسبی آب برگ در رقم چمران در محیط آبی و دیم یکنواخت بود که شاید این موضوع نقطه قوت دیگری برای کشت این رقم در محیط‌های کم آب باشد چون توان حفظ آماس سلولی در محیط خشک را دارد. وزن هزار دانه رقم چمران نیز در محیط دیم فقط یک گرم کمتر از محیط آبی بود. با توجه به خصوصیات مذکور به نظر می‌رسد که دو رقم کراس سبلان و چمران در مقایسه با بقیه ارقام مناسب‌تر برای کشت در مناطقی باشد که کشاورزان با محدودیت منابع آب مواجه هستند.

ژنوتیپ‌های عدس متحمل به خشکی استفاده نموده‌اند. صفایی (Safaie, 2004) این روش را برای تعیین ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در جوهای دوردیفه استفاده نموده است. تنش آب در پروتوپلاست‌های حساس به پسابیدگی موجب تخریب سیستم‌های غشایی می‌شود. بدین صورت پیوستگی غشاهای پلاستیدها، میتوکندری‌ها، هسته‌ها و غشاهای دیکتوزوم‌ها شکسته می‌شوند. تراوش‌پذیری غشاها نسبت به املاح محلول در پتانسیل آب پایین این نظریه را تأیید می‌کند که غشاهای طی تنش آب تخریب می‌شوند. به همین دلیل می‌توان از طریق ارزیابی نشت مواد محلول (اندازه‌گیری هدایت الکتریکی) تا حدودی به میزان حساسیت گیاه به تنش خشکی پی برد (Bagheri et al., 2000; Buttrose et al., 1975; Schwab and Ctaff, 1986; Oliver, 1991).

از نظر شاخص تحمل به خشکی همان‌گونه که اشاره شد ارقام کراس سبلان، چمران، کراس ارون و مرودشت در گروه C قرار گرفتند، بدین معنی که در مقایسه با بقیه ارقام دارای عملکرد بیشتر و شاخص تحمل به خشکی بیشتر بودند و بیشترین عملکرد و بیشترین شاخص تحمل به خشکی متعلق به رقم کراس سبلان بود. در بین چهار رقم مذکور که دارای عملکرد بالا و شاخص تحمل به خشکی بالایی بودند رقم چمران از شاخص حساسیت به خشکی کمتری نیز برخوردار بود. شاخص تحمل به خشکی و شاخص حساسیت به خشکی توسط محققین دیگری نیز برای تعیین ارقام سازگار به خشکی استفاده شده است. پورداد و همکاران (Poordad et al., 2003) و پورداد و اسکندری (Poordad and Eskandari, 2001) از این شاخص‌ها به منظور تعیین تحمل به خشکی ارقام گلرنگ، نیستانی و عظیم‌زاده (Neyestani and Azimzadeh, 2003) به منظور ارزیابی تحمل خشکی در ژنوتیپ‌های عدس،



شکل ۱- متوسط عملکرد دانه و شاخص تحمل به خشکی در ارقام مختلف گندم  
 Figure 1. Seed yield and stress tolerance index for different wheat varieties



شکل ۲- متوسط عملکرد دانه و شاخص حساسیت به خشکی در ارقام مختلف گندم  
 Figure 2. Seed yield and stress susceptibility index for different wheat varieties

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد در ارقام مختلف گندم

Table 1. Combined analysis of variance for yield and yield components in different varieties of wheat

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	دانه در واحد سطح Seed per unit of area	دانه در خوشه Seed per spike	وزن هزاردانه T.K.W	عملکرد دانه در هکتار Seed yield/ha	نشت الکترولیت Electrolyte Leakage	محتوای نسبی آب Relative water content	میانگین مربعات
								M.S.
Environment	محیط 1	1542646**	2688.88**	24.26 <sup>ns</sup>	295.9122**	304200*	37.22 <sup>ns</sup>	
Error	خطا 4	20729.81	116.98	11.12	499260.30	36544	65.71	
Variety	رقم 11	17580.65 <sup>ns</sup>	58.03 <sup>ns</sup>	35.81**	456564**	20288	23.69 <sup>ns</sup>	
Variety*Environment	رقم در محیط 11	9482.79 <sup>ns</sup>	36.07 <sup>ns</sup>	17.41*	261013 <sup>ns</sup>	36728**	41.49 <sup>ns</sup>	
Error	خطا 44	24454.31	155692.70	7.39	155692	10353	22.67	
C. V. (%)	ضریب تغییرات	23	26.90	7.60	26	25	16	

\*، \*\*، ns، به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و عدم وجود تفاوت معنی‌دار

\*، \*\*، ns، Significant at 5%, 1% of probability levels and not significant, respectively



جدول ۲- عملکرد دانه، وزن هزاردانه، هدایت الکتریکی و محتویات نسبی آب در ارقام مختلف در دو محیط آبی و دیم

**Table 2. Seed yield, thousands kernel weight, electrical conductivity and relative water content for different varieties of wheat in two irrigated and dry land conditions**

محیط Environment	ارقام Varieties	محتوای نسبی آب Relative water content (%)	نشت الکترولیت Electrolyte leakage (ds/cm)	وزن هزار دانه Thousand kernel weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (Kg/ha)
Irrigated آبی	Azar-2	17cdef	27cdefg	34efgh	1512cde*
	Pastor	23abc	19.70efg	36cdef	1614cd
	Sayons	25a	23.40defg	35defg	1789bcd
	Toos	18bcdef	28.10bcdef	32gh	1098ef
	Alvand	17cdef	23.40defg	38abcd	1962abc
	Zagros	22abcd	14.30fg	34efgh	760fg
	Chamran	17cdef	13.10g	34efgh	2005abc
	Cross-abaln	20abcde	13.20g	41a	2310a
	Cross-rvand	24ab	24.40defg	40ab	2257ab
	Marvdasht	18bcdef	23.40defg	34efgh	2225ab
Sabalan	17cdef	30.70bcde	38abcd	1640cd	
Koohdasht	22abcd	24.60defg	39abc	1420de	
	Mean میانگین	20	22.10	36	1695
Dry land دیم	Azar-2	14ef	39.70bc	34efgh	492g
	Pastor	20abcde	24.30defg	31h	347g
	Sayons	18bcdef	23.50defg	31h	519g
	Toos	18bcdef	15fg	35defg	337g
	Alvand	16def	40.80b	37bcde	354g
	Zagros	15ef	63.20a	34efgh	264g
	Chamran	17cdef	32.10bcde	33fgh	648fg
	Cross-Sabaln	14ef	41.50b	38abcd	551g
	Cross-Arvand	13f	31.60bcd	36cdef	424g
	Marvdasht	15ef	40.20bc	31h	442g
Sabalan	17cdef	40.50bc	37bcde	502g	
Koohdasht	18cdef	24.60defg	34efgh	344g	
	Mean میانگین	5.50	11.80	3.10	459
	Mean میانگین	16	35.12	35	435

\*- در هر ستون اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک می‌باشند، در سطح احتمال ۵٪ با همدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

\* In each column, the values with at least one common letter, have no significant differences at the 5% level of probability level

## References

## منابع

- Alizadeh Dizaj K, Eskandari M (2002a) Evaluation of adaptability in safflower varieties in dry land condition. Annual Report of North Khorasan Dry Land Research Station. [In Persian with English Abstract].
- Alizadeh Dizaj K, Eskandari M (2002b) Evaluation of adaptability in spring rapeseed varieties in cold dry land condition. Annual Report of North Khorasan Dry Land Research Station. [In Persian with English Abstract].
- Azimzadeh SM, Neyestani E, Rafiie M (2006) Study on drought tolerance of 16 safflower genotypes. 9<sup>th</sup> Iranian Crop Science and Breeding Conference. Tehran, Iran. [In Persian with English Abstract].
- Ansari Y, Azimzadeh SM (2004) Study on adaptability and stability of yield of barley genotypes in universal experiment under cold dry land condition. Final Report of Dry Land. [In Persian with English Abstract].
- Bagheri A, Nezami A, Sultani M (2000) Breeding for stress tolerance in cool season food legumes. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Jihad-e-Agriculture Ministry, Iran. [In Persian with English Abstract].
- Buttrose MS, Swift JG (1975) Effect of killing by heat or desiccation on membrane structure in pea roots. Australian Journal of Plant Physiology 2: 225-233.
- Clarke JM, McCaig TN (1982) Evaluation of techniques for screening for drought resistance in wheat. Crop Science 22: 503- 506.
- Collis GN, Sands JE (1962) Comparison of the effects of the physiological components of soil water energy and seed germination. Australian Journal of Agricultural Research 13: 575- 587.
- Fernandez GCJ (1993) Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. pp. 257-270. In: Kue, CG (ed.) Adaptation of Food Crop to Temperature and Water Stress. AVRDC. Shanhuah, Tawian.
- Fredrick JR, Marshal HG (1985) Grain yield and yield of soft winter wheat as affected by management practices. Agronomy Journal 77: 495- 499.
- Fisher RA, Maurer R (1978) Drought tolerance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response: Australian Journal of Agricultural Research 29: 897-912.
- Ijlin WA (1957) Drought tolerance plants and physiological processes. Annual Review of Plant Physiology 8: 257-274.
- Johnsen RC, Nguyen HT, Croy LI (1984) Osmotic adjustments salute accumulation in two genotypes differentiating in drought resistance. Crop Science 24: 957-962.
- Jones HG (1977) Aspects of the water relations of spring wheat in response to induced drought. Journal of Agricultural Science 88: 267-282.
- Lessani H (1993) Effect of environmental stress on plants. Islamic Azad University. Karaj Branch. [In Persian with English Abstract].
- Mozzaffari K, Arshi Y, Zeynali Khanghah Y (1996) Effect of drought stress on some morphological and yield components of sunflower. Seed and Plant Journal 12(3): 24-33. [In Persian with English Abstract].
- Maclagan JL (1993) Effect of drought stress on the water relation in *Brassica* species. Canadian Journal of Plant Physiology Science 73: 225-229.
- Neyestani E, Azimzadeh SM (2003) Study on drought tolerance of different varieties of lentil. Iranian Journal of Agriculture 5 (1): 61-69. [In Persian with English Abstract].
- Oliver MJ (1991) Influence of protoplasmic water loss on the control of protein synthesis in the desiccation tolerant moss *Tortula ruralis*. Ramifications for a repair-based mechanism of desiccation tolerance. Plant Physiology 97: 1501-1511.
- Poordad S, Eskandari M (2001) Study on yield and oil quality of autumn safflower varieties in dry land condition. Annual Report of North Khorasan Dry Land Research Station. [In Persian with English Abstract].
- Poordad S, Alizadeh K, Shariati A, Eskandari M, Nabati A, Khiavi M (2003) Study on drought tolerance of spring safflower varieties according to agronomic traits and oil quality. Final Report of Iranian Dry Land Agricultural Research Institute. [In Persian with English Abstract].
- Ritchie S, Henry T (1990) Leaf water content and gas – exchange parameters of two wheat genotypes differing in drought tolerance. Crop Science 30: 105-111.
- Safaie A (2004) Evaluation of drought tolerance of 11 genotypes of barley. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. [In Persian with English Abstract].
- Safikhani M, Mahmoodi A (2000) Yield comparison and determination of adaptability in lentil varieties. Annual Report of North Khorasan Dry Land Research Station. [In Persian with English Abstract].
- Sarmadnia G, Koocheki A (1988) Physiological aspects of dry land farming. Jihad Academic Press of Mashhad University. [In Persian with English Abstract].
- Schwab KB, Ctaff DF (1986) Sugar and ion contents of drought tolerant plants under water stress. Journal of Plant Physiology 125: 257-265.
- Sullivan A, Eastin GD (1994) Plant physiological response to water stress. Agrice. Meteorology 14:113-27.
- Winslow MD, Smirnoff N (1984) Techniques used to breeders nurseries for drought tolerance. Botany, Brikbeck College, Maletwcic 7HX, England Rachi Science 3: 45-46.