

## ارزیابی تحمل به خشکی ارقام بومی و اصلاح شده گندم نان در شرایط آبی و تنش خشکی\*

عباس ملکی<sup>۱</sup>، اسلام مجیدی هروان<sup>۲</sup>، حسین حیدری شریف‌آباد<sup>۲</sup> و قربان نورمحمدی<sup>۲</sup>

### چکیده

این تحقیق به منظور مطالعه و ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی دوازده رقم گندم نان در شرایط عادی و تنش خشکی در مزارع تحقیقات کشاورزی شهرستان‌های سرابله و مهران از توابع استان ایلام در سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ اجرا گردید. در این مطالعه، خصوصیات مختلف مورفوفیزیولوژیک دوازده رقم گندم نان در دو آزمایش آبیاری مطلوب (بدون تنش) و تنش خشکی در طول فصل زراعی (شرایط دیم) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس برای هر دو شرایط برای اکثر صفات و در بین ارقام مورد بررسی معنی دار بود. نتایج این تحقیق نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش شدید ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت گردید. نتایج آزمایشات در شرایط تنش خشکی و بدون تنش نشان داد که شاخص‌های MP، STI و GMP بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان داده و می‌توانند به عنوان معیار مناسبی برای انتخاب ارقام متحمل به خشکی با پتانسیل عملکرد بالا استفاده شوند. تجزیه خوشه‌ای ارقام مورد بررسی بر اساس شاخص‌های فوق نشان داد که رقم محمدی بهترین تظاهر را از نظر عملکرد در هر دو شرایط کشت نشان داده و مقاوم‌ترین رقم به تنش خشکی بود. نتایج کلی این تحقیق برتری ارقام محمدی، گهر، کوه‌دشت و قناری را در شرایط آبی و دیم نشان داد.

واژه‌های کلیدی: گندم نان، تنش خشکی، تحمل به خشکی، عملکرد

تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۷/۶

\* این مقاله بخشی از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد.

۱- دانشجوی سابق دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و عضو هیات علمی واحد ایلام

۲- اعضای هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

ملکی، ع. ارزیابی تحمل به خشکی ارقام بومی و اصلاح شده گندم...

### مقدمه و بررسی منابع

رشد و نمو گیاهان زراعی به طور دایم تحت تأثیر عوامل مختلف محیطی است. تنش‌های محیطی مهم‌ترین عامل کاهش‌دهنده عملکرد محصولات کشاورزی در جهان هستند. در صورت عدم ایجاد تنش‌های محیطی، عملکرد واقعی تولید شده باید با عملکرد پتانسیل گیاهان برابر باشد، در حالی که عملکرد واقعی محصولات زراعی در شرایط مزرعه ۱۰ تا ۲۰ درصد کمتر از عملکرد پتانسیل آنها است (۴).

خشکی غالباً یک عامل کاهش‌دهنده عملکرد می‌باشد. خسارت وارده به گیاهان زراعی در اثر تنش خشکی در سطح جهان گسترده بوده و این موضوع سبب شده است مطالعات فراوانی در این رابطه انجام شود. وجود ژنوتیپ‌هایی با سازگاری ویژه که مراحل تکاملی آنها به ویژه مراحل گل‌دهی و دانه بستن آنها با دوره‌های مطلوب آب و هوایی تطابق یافته و از مقاومت فیزیولوژیکی و ژنتیکی لازم در مقابل کاهش عملکرد ناشی از تنش برخوردار باشند، می‌تواند موجب افزایش و پایداری بیشتر عملکرد گردد (۱، ۶ و ۱۱). با درک مبانی فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی، متخصصین اصلاح نباتات می‌توانند با کمک فیزیولوژیست‌ها محصولات زراعی را برای افزایش مقاومت به خشکی انتخاب و اصلاح کرده و ارقام مقاوم را بر پایه خصوصیات ویژه فیزیولوژیک شناسایی نمایند (۳). با وجودی که خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر زیادی در مقاومت به خشکی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، اما همبستگی این صفات با عملکرد در شرایط تنش خشکی در مزرعه کمتر ارزیابی شده و یا حداقل نتایج متناقضی ارائه داده‌اند. از طرفی آزمایش برای گزینش ارقام مقاوم تنها از طریق توجه به عملکرد موفقیت‌آمیز نبوده و بایستی سایر صفات مؤثر در افزایش عملکرد در شرایط تنش خشکی به عنوان معیار انتخاب لاین مقاوم در نظر گرفته شوند (۳ و ۶). اگر چه تشخیص ساز و کارهای فیزیولوژیک مقاومت به خشکی ما را در شناخت گیاهان مقاوم یاری کرده است، ولی مقاومت بیشتر الزاماً به مفهوم تولید بالاتر نیست. یک راه حل اساسی برای برطرف کردن و یا کاهش اثرات سوء تنش، پیدا کردن ژنوتیپ‌هایی است که مجموعه‌ای از صفات مطلوب با توارث بالا را داشته باشند (۲ و ۵).

امروزه روش‌های زیادی جهت ارزیابی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌های زراعی توسط پژوهشگران مورد استفاده قرار

می‌گیرد و در این خصوص شاخص‌های زیادی جهت ارزیابی ارائه شده است و در این بین شاخص‌هایی نظیر میانگین هندسی بهره‌وری<sup>۱</sup>، میانگین حسابی بهره‌وری<sup>۲</sup>، شاخص‌های تحمل به تنش<sup>۳</sup> شاخص‌های تحمل<sup>۴</sup> و شاخص حساسیت به تنش<sup>۵</sup> رایج‌تر می‌باشند. فیشر و مورر<sup>۶</sup> (۱۹۸۸) شاخص حساسیت به تنش، روزیل و هامبلین<sup>۷</sup> (۱۹۸۱) شاخص‌های تحمل و میانگین حسابی بهره‌وری و فرناندز<sup>۸</sup> (۱۹۹۲) شاخص‌های تحمل به تنش و میانگین هندسی بهره‌وری را به عنوان بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی ارائه کردند.

محققین اظهار داشتند که در افزایش عملکرد دانه شاخص برداشت و تعداد سنبله در متر مربع نقش اساسی داشته و صفات کلیدی در مراحل گزینش برای انتخاب ارقام مقاوم و عملکرد در شرایط خشکی هستند (۸ و ۱۴). اهدایی (۱۳۶۷) بر اساس آزمایشی که در شرایط آبیاری محدود انجام شد نتیجه گرفت که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد و وزن هزار دانه در گندم وجود دارد که می‌تواند در برنامه‌های به نژادی مقاومت به خشکی مورد توجه قرار گیرد. با این حال برخی رابطه بین عملکرد و وزن هزار دانه را مورد تأیید قرار داده و اظهار داشتند که خشکی، وزن هزار دانه را بیش از سایر اجزا تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳، ۵). دیگر محققین اظهار داشته‌اند که تعداد دانه در سنبله یکی از اجزای عملکرد بوده که به دلیل ساده و کم هزینه بودن مورد توجه اصلاح‌گران قرار گرفته است (۱).

با توجه به این که خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده عملکرد گیاهان زراعی بوده و بسیاری از اراضی زیر کشت گندم در شرایط کشور ما به صورت دیم می‌باشد و با توجه به نقش گندم در اقتصاد و تغذیه مردم کشور (۶)، تحقیق حاضر به منظور ارزیابی مقاومت به خشکی و شناخت رقم یا ارقام پر محصول در شرایط رطوبتی مختلف از بین ارقام بومی و اصلاح شده در شرایط آب و هوایی استان ایلام انجام گرفت.

1. Geometric Mean of Productivity (GMP)
2. Mean of Productivity (MP)
3. Strees Tolerance Index (STI)
4. Tolarence (TOL)
5. Stress Sensitivity Index (SSI)
6. Fischer and Maurer
7. Rossiel and Hambelen
8. Fernandez

## مواد و روش ها

این آزمایش به منظور بررسی پایداری عملکرد و مقاومت به خشکی ارقام بومی و اصلاح شده گندم در شرایط آبی و تنش خشکی در پاییز سال زراعی ۸۴-۱۳۸۳ در دو منطقه سرابله و مهران از توابع استان ایلام اجرا شد. در این آزمایش تعداد ۱۲ ژنوتیپ گندم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار (در دو شرایط کشت آبی و دیم) به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفتند. در آزمایش اول رژیم آبیاری عادی و در آزمایش دوم تنش خشکی شرایط دیم (تنش خشکی در طول فصل زراعی) اعمال شد. هر دو آزمایش همزمان و تحت شرایط یکسان اجرا شدند. ارقام مورد بررسی شامل اترک، چمران، چناب، زاگرس، سرداری، کوهدشت، شو، قلاوندی، قناری، گهر، محمدی و نیک نژاد بودند.

شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی با استفاده از عملکرد ارقام مورد بررسی در شرایط رطوبتی عادی و شرایط زراعت دیم و بر اساس روابط پیشنهادی فیشر و مورر (۱۹۸۸)، روزیل و هامبلین (۱۹۸۱) و فرناندز (۱۹۹۲) و با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شدند.  
شاخص حساسیت به تنش:

$$SSI = \frac{1 - \left(\frac{Y_S}{Y_P}\right)}{SI} \quad SI = 1 - \frac{\bar{Y}_S}{\bar{Y}_P}$$

که در آن SI شدت تنش و  $Y_P, Y_S$  و  $\bar{Y}_P, \bar{Y}_S$  به ترتیب عملکرد و میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و آبیاری هستند.

شاخص تحمل، شاخص متوسط محصول دهی و شاخص میانگین هارمونیک (HARM):

$$TOL = Y_P - Y_S \quad MP = \frac{Y_P + Y_S}{2}$$

$$HARM = \frac{2(Y_P \cdot Y_S)}{Y_P + Y_S}$$

شاخص تحمل به تنش و میانگین هندسی محصول دهی:

$$GMP = \sqrt{(Y_S)(Y_P)} \quad STI = \frac{(Y_P)(Y_S)}{(\bar{Y}_P)^2}$$

به منظور بررسی تنوع در صفات ژنوتیپ‌های مورد بررسی تجزیه واریانس و مقایسه میانگین بر روی تک تک صفات صورت گرفت. با مشاهده تنوع آماری معنی‌دار بین صفات از تجزیه همبستگی جهت تعیین میزان و نوع همبستگی بین

صفات استفاده شد. ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص‌های کمی محاسبه شده و از نظر حساسیت و مقاومت به تنش و شباهت ژنتیکی آن‌ها به یکدیگر گروه‌بندی شده و روابط و همبستگی بین شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی و صفات مختلف محاسبه گردید. برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزارهای SAS و Minitab استفاده گردید.

## نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین مربعات صفات مورد بررسی در هر دو منطقه کشت نشان داد که ارقام مورد بررسی در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع، طول سنبله، طول ریشک و طول پدانکل نشان دادند (جدول ۱ تا ۴). رقم سرداری با ارتفاع ۱۱۷/۸۳ سانتی‌متر بیشترین و رقم شو با ۶۷/۸۳ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را در شرایط دیم داشتند. در شرایط آبی منطقه سرابله، رقم سرداری با ارتفاع ۱۱۷/۵۰ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع و رقم اترک با ارتفاع ۶۶/۶ سانتی‌متر کمترین ارتفاع را داشتند (جدول ۲). در شرایط آبی منطقه مهران رقم قلاوندی بیشترین و رقم چمران کمترین ارتفاع را داشتند (جدول ۴).

در منطقه سرابله رقم چناب با سنبله‌ای به طول ۱۳/۶۶ سانتی‌متر بلندترین و رقم کوهدشت با طول سنبله ۷/۱۶ سانتی‌متر کوتاهترین سنبله را در شرایط دیم داشتند. در شرایط بدون تنش همین منطقه رقم قناری با طول سنبله ۱۳/۸۶ سانتی‌متر و رقم کوهدشت با طول سنبله ۵/۲۳ سانتی‌متر به ترتیب بلندترین و کوتاهترین سنبله را به خود اختصاص دادند. در منطقه مهران رقم سرداری و کوهدشت در هر دو شرایط دیم و آبی به ترتیب بلندترین و کوتاهترین سنبله را تولید کردند (جدول ۱ تا ۴). با توجه به این که سنبله‌های بلندتر پتانسیل بیشتری از نظر ایجاد تعداد سنبلچه و در نتیجه تعداد دانه‌های بیشتر دارند و هم‌چنین قابلیت بیشتری در انجام فتوسنتز به‌ویژه در مراحل پر شدن دانه و نیز توانایی انجام توزیع مجدد آسمیلات‌ها به دانه را دارند از اهمیت بالایی برخوردارند.

زمانی گیاه می‌تواند تولید اقتصادی قابل قبولی داشته باشد که عملکرد بیولوژیک مناسبی داشته و از پشتوانه مطمئنی در این خصوص برخوردار باشد. در شرایط دیم منطقه سرابله، ۸ رقم از ۱۲ رقم کشت شده از نظر عملکرد بیولوژیک در یک گروه

تولید عملکرد در واحد سطح، تعداد سنبله بارور می‌باشد که می‌تواند تا حدودی تعیین‌کننده عملکرد نهایی در مزرعه باشد (۳ و ۶). در این آزمایش، ارقام مورد آزمایش از لحاظ تولید تعداد سنبله در هر متر مربع اختلاف معنی‌داری در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و محدود (دیم) نشان دادند. در شرایط دیم و آبی منطقه سرابله، رقم اترک با تعداد  $568/3$  سنبله در متر مربع بیشترین و رقم چناب با تعداد  $386$  سنبله بارور کمترین تعداد سنبله را تولید کردند (جداول ۱ و ۲). در منطقه مهران در شرایط دیم و آبی به ترتیب رقم سرداری و قناری بیشترین تعداد سنبله را تولید کردند که با توجه به عملکرد تولیدی، افزایش چندانی در عملکرد مشاهده نمی‌شود (جداول ۳ و ۴).

ژنوتیپ و محیط دو عامل تأثیرگذار بر عملکرد گیاهان زراعی بوده و در این بین ژنوتیپ ضامن ظرفیت و پتانسیل تولید محصول و شرایط محیطی تعیین‌کننده میزان نهایی استفاده از این ظرفیت می‌باشد (۶، ۴، ۱۴).

در این آزمایش ارقام از نظر عملکرد در شرایط دیم در سطح ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری نشان داد. رقم گهر با متوسط  $4225/7$  کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم قناری با تولید  $1708/3$  کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید کرده و ۱۰ رقم باقی‌مانده اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. در شرایط آبی، رقم نیک‌نژاد با تولید  $7692$  کیلوگرم بیشترین و رقم قلاوندی با عملکرد  $4098$  کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را تولید کردند. در شرایط دیم منطقه مهران رقم محمدی با تولید  $7826$  کیلوگرم بیشترین و رقم شوا با تولید  $1512/7$  کیلوگرم کمترین عملکرد دانه را داشتند. در شرایط آبی در همین منطقه رقم چناب با تولید  $7875$  کیلوگرم در هکتار پرعملکردترین رقم بود (جداول ۴-۱).

با توجه به این که رقم محمدی در هر دو منطقه مورد بررسی و در شرایط مختلف کشت عملکرد بالایی را داشت. به نظر می‌رسد سازوکارهای لازم را جهت سازگاری با شرایط دشوار رطوبتی داشته و بایستی مورد بررسی بیشتری قرار گیرد. هم‌چنین رقم چناب به دلیل کشت چندین ساله در این منطقه به سازگاری‌های لازم رسیده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام دارای متوسط وزن هزار دانه بالاتر، عملکرد دانه بیشتری تولید کردند. اعتقاد بر این است که انتخاب برای عملکرد و صفات مرتبط به آن در گندم باید تحت محدوده

آماری قرار گرفته و ۴ رقم بعدی از این نظر اختلاف معنی‌داری نداشتند. این صفت در شرایط آبی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. در منطقه مهران رقم سرداری بیشترین عملکرد بیولوژیک را تولید کرده که می‌تواند به ارتفاع بلند این رقم بستگی داشته باشد (جداول ۱ تا ۴).

دانه‌ها مقصد نهایی مواد فتوسنتزی گیاه بوده و بسته به ظرفیت پذیرش آن‌ها وزن هزار دانه آن‌ها تغییر می‌کند. بر اساس تحقیقات انجام شده در شرایط آبیاری محدود، همبستگی مثبتی بین عملکرد و وزن هزار دانه در گندم گزارش شده است (۸، ۱۳). تعداد دانه در سنبله نیز به دلیل ارزیابی آسان و کم هزینه آن، بیشتر مورد توجه متخصصین به نژادی بوده و علی‌رغم این که صفتی کمی است ولی وراثت پذیری آن زیاد است (۲ و ۱۶).

نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش مناطق مهران و سرابله نشان داد که ارقام مورد بررسی هم از نظر اجزای عملکرد اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۵٪ داشتند. هم‌چنین صفت تعداد دانه در سنبله در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. رقم سرداری با  $33/33$  گرم بیشترین و رقم قناری با  $20/38$  گرم کمترین وزن هزار دانه را در شرایط دیم سرابله تولید کردند. از نظر تعداد دانه در سنبله، ارقام نیک‌نژاد و چناب به ترتیب با تعداد  $50/6$  و  $20$  دانه بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را تولید کردند. در منطقه مهران رقم کوه‌دشت و چناب به ترتیب بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را در شرایط دیم تولید کردند.

در شرایط آبی منطقه سرابله ارقام مورد آزمایش از نظر وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در هر متر مربع اختلاف آماری بسیار معنی‌داری را نشان دادند. رقم‌های نیک‌نژاد و قناری به ترتیب با  $67/33$  و  $29/97$  گرم بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. از نظر تعداد دانه در سنبله، رقم زاگرس با تعداد  $47/4$  دانه بیشترین و رقم قلاوندی با تعداد  $18/03$  دانه کمترین تعداد دانه را در منطقه سرابله تولید کردند (جداول ۱ و ۲). آزمایش‌های مختلف بیانگر همبستگی مثبت و بالایی بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه بوده و تنش خشکی بیشترین تأثیر را بر این جزء عملکرد می‌گذارد (۱۲ و ۷).

در شرایط آبی منطقه مهران، رقم زاگرس با  $47$  گرم بیشترین وزن هزار دانه را تولید کرد (جداول ۳ و ۴). یکی از معیارهای

تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب (شکل ۲) نشان داد که در سطح تشابه ۸۲ درصد، ارقام مذکور به شش کلاستر تقسیم بندی شده و ارقام چمران، چناب و شوا در یک گروه و ارقام سرداری، کوهدشت، نیک نژاد و گهر در گروهی جداگانه بیشترین تشابه و نزدیکی صفات را با همدیگر داشتند (شکل ۲). در شرایط مزبور رقم محمدی که بهترین عملکرد و مقاومت را در بین ارقام مورد بررسی داشت در گروهی جداگانه قرار گرفته که لزوم آزمایش و مطالعه بیشتر، از نظر جداسازی و شناسایی پروتئین‌ها این رقم را از جنبه‌های مختلف نشان می‌دهد. بالا بودن شاخص‌های GMP، HARM و MP بیانگر عملکرد مناسب این ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش می‌باشد. با توجه به همبستگی بالای این شاخص‌ها با عملکرد دانه و همچنین بالا بودن مقادیر آن‌ها در شرایط تنش و بدون تنش (جدول ۶ و ۵)، رقم محمدی در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت و در واقع قرار گرفتن آن در گروهی جداگانه در تجزیه خوشه‌ای تاییدکننده موارد فوق از نظر مقاوم بودن این ژنوتیپ می‌باشد (شکل ۱ و ۲).

### نتیجه گیری کلی

در مجموع بر اساس نتایج آزمایشات و تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها مشخص گردید که رقم محمدی در گروه جداگانه‌ای به عنوان رقم مقاوم قرار گرفته و ارقام شوا، قناری و چناب با توجه به قرار گرفتن در یک خوشه و مقادیر SSI بالا و همچنین مقادیر پایین STI و MP به عنوان ارقام حساس شناسایی شدند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد تحقیقات بیشتری در خصوص شناسایی و تفکیک پروتئین‌های رقم محمدی انجام گیرد. همچنین پیشنهاد می‌گردد سایر جنبه‌های فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی و افزایش عملکرد ارقام مورد آزمایش مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

وسیع‌تری از شرایط مطلوب و دارای تنش انجام گیرد و سپس متوسط عملکرد در هر دو محیط ارزیابی شده و به عنوان یک معیار برای تشخیص گروه‌های برتر استفاده شود (۹، ۱۰ و ۱۳). شاخص‌های مقاومت به خشکی در جداول ۵ و ۶ آورده شده‌اند. طبق نظر فرناندز (۱۹۹۲) ارقامی که از نظر شاخص‌های HARM، STI و GMP مقادیر بالایی را به خود اختصاص دهند به عنوان مناسب‌ترین ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش شناخته می‌شوند. شناسایی ارقام مقاوم به خشکی بر اساس فقط شاخص کمی یا عملکرد دانه در شرایط عادی یا تنش رطوبتی ممکن است با نتایج متضادی همراه بوده و محققین را گمراه نماید. لذا شاخص‌های مقاومت به خشکی بایستی همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشته باشند و معنی‌دارترین شاخص‌ها به عنوان معیار و ملاک مقایسه انتخاب گردد. در این آزمایش شاخص‌های MP، GMP، STI و HARM بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشتند (جدول ۵). در بین ارقام کشت شده، رقم محمدی بر مبنای این شاخص‌ها پایدارترین عملکرد را دارا بوده در شرایط رطوبتی محدود و مطلوب عملکرد مناسبی داشت. همچنین ارقام گهر، چمران و کوهدشت تظاهر مناسبی از نظر عملکرد در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشته و عملکرد آن‌ها نوسان کمتری داشته است. ارقام گهر و محمدی از نظر شاخص‌های SSI و TOL که مقدار کمتر آن‌ها مناسب‌تر می‌باشد و بیانگر پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش است، کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند که بیانگر حساسیت کمتر عملکرد این ارقام در شرایط متغیر رطوبتی است. همچنین ارقام چناب، شوا و قلاوندی کمترین میزان STI را داشته و از طرفی با توجه به میزان بالای شاخص‌های SSI و TOL بیشترین حساسیت را به خشکی نشان دادند (جدول ۶).

تجزیه خوشه‌ای ارقام مورد بررسی در شرایط دیم (شکل ۱) نشان داد که رقم محمدی در گروه جداگانه‌ای قرار گرفته و شاخص‌های STI و MP بیشتری نسبت به سایر ارقام داشت. جدول ۶ نشان می‌دهد که این رقم خصوصیات و سازوکارهای لازم را برای سازگاری و ایجاد مقاومت به خشکی را داراست. دندروگرام ارقام کشت شده در شرایط آبیاری مطلوب و دیم به تفکیک و بر مبنای تشابه ژنتیکی و نزدیکی صفات زراعی ژنوتیپ‌ها رسم شده و در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند.

جدول ۱- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ۱۲ رقم گندم نان در شرایط نان در منطقه سرابله

طول پدانکل (سانتی متر)	شاخص برداشت (درصد)	کاه و کلش در (کیلوگرم در هکتار)	طول ریشک (سانتی متر)	طول سنبله (سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	بیولوژیک در (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در هکتار)	ارتفاع بونه (سانتی متر)	رقم
۱۹/۳۳e	۳۱/۱۲abc	۷۷۹a	۵/۵۶g	۹/۶۱fg	۳ed	۵۱۰ab	۱۱۳۱۷a	۲۴/۲۲hi	۳۵۳۷۷ab	۱۷/۶b	۷۲/۳۳i	اترک
۳۴/۱۶bc	۳۰/۸۲abc	۷۹۱۹a	۷/۳۰d	۱۱/۳۳de	۳۴/۹d	۵۰۲۳ab	۱۱۴۱۷a	۲۵/۶۱fgh	۳۴۹۷۳ab	۱۷/۶d	۷۹/۶۶g	چمران
۴۰/۳۳ ab	۲۷/abc	۷۱۵۹a	۷/۳۳d	۱۲/۶۶a	۲۰k	۳۸۷۶cd	۹۸۶۰ab	۲۵/۲۲fgh	۳۷۰۰۷bc	۱۵/۶g	۸۱/۵fg	چناب
۳۵bc	۳۱/۲۲ab	۶۸۲a	۸/۴۳c	۱۲cd	۲۵vi	۴۸۳۲abc	۱۰۲۱۸ab	۲۶/۶efg	۳۳۵۷۷ab	۱۵/۶g	۷۶h	زاگرس
۲۹/۸۳cd	۲۸/۳abc	۸۰۲۱a	۵/۲۴f	۱۳/۵ab	۲۴j	۴۹۶۶abc	۱۱۱۰۲a	۳۳/۳۳a	۳۰۸۰۷ab	۱۵/۸f	۱۱۷/۳۳a	سرداری
۳۴/۶۶bc	۳۱/۵۲ab	۸۰۰۸a	۹/۳۳b	۷/۱۶i	۳۸۹b	۵۰۶۷ab	۱۱۶۸۵a	۲۸/۷۰cd	۳۶۸۶۷ab	۱۷/۶b	۸۷/۵e	کوهدهشت
۲۴/۱۶de	۲۴/۱۴ab	۷۱۰۰a	۸/۴۰c	۱۲/۳۳bcd	۲۷h	۴۷۸۳abc	۱۰۷۸۲ab	۲۶/۹۰ef	۳۶۸۱۷ab	۱۷/۵c	۷۰/۶۶j	شوا
۴۳a	۲۵/۴۳bc	۸۱۴۰a	۱۰/۴۰a	۸/۸۳gh	۳۷/۴c	۴۰۱/۶bcd	۱۰۹۰۲ab	۳۱/۵۵b	۳۶۶۱۷bc	۱۵/۸f	۱۰۱/۶۶b	فلاوندی
۳۱/۳۳cd	۲۰/۸۷a	۶۳۲a	۷/۴۰e	۱۲/۸۳abc	۳۰/۴e	۳۳۳cd	۸۴۱۰b	۲۰/۳۳j	۱۷۰۸۳c	۱۳/۴i	۹۳/۸۳c	قناری
۳۰cd	۳۷/۴۹a	۷۱۳۸a	۶/۱۲f	۱۰۰ef	۳۱e	۵۶۷۳a	۱۱۳۲۳a	۲۳/۶۶i	۴۲۵۷a	۱۵/۰۳h	۸۲/۸۳e	گهر

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با همدیگر در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ۱۲ رقم گندم نان در شرایط آبی منطقه سرابله

طول پدانکل (سانتی متر)	شاخص برداشت (درصد)	کاه و کلش در (کیلوگرم در هکتار)	طول ریسک (سانتی متر)	طول سنبه (سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله (متر مربع)	تعداد سنبه در متر مربع (هکتار)	تعداد بیولوژیک در (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در سنبله (متر)	تعداد بوته (سانتی متر)	ارتفاع رقم
۳۶/۱۰۰	۳۷/۸۳	۸۳/۳۸	۷/۸۳	۸/۱۳	۳۵/۳	۴۷/۶	۱۳۴/۰	۳۳/۸	۵۱۱/۷	۲۲/۴	۳۷/۶	اترک
۳۹/۳	۴۴/۷	۷۷/۳	۷/۰	۷/۱	۳۹/۸	۶۱/۳	۱۳۸/۷	۳۵/۹	۶۲۰/۲	۱۷/۵	۷۹/۳	چمران
۳۹/۴	۳۹/۴	۶۶/۷	۷/۰	۱۷/۳	۳۰/۶	۶۰/۵	۱۰۹/۰	۳۸/۳	۴۳۰/۳	۱۷/۶	۸۳/۵	چناب
۳۴/۳	۳۵/۷	۱۰۰/۸	۶/۹	۱۰/۱	۴۷/۴	۵۶/۳	۱۵۷/۹	۳۷/۱	۵۹۵/۵	۱۷/۸	۸۸/۵	زاگرس
۴۴/۱	۳۷/۵	۸۷/۳	۹/۷	۱۰/۳	۱۹/۶	۶۴/۳	۱۳۹/۸	۴۰/۵	۵۲۵/۲	۱۴/۷	۱۱۷/۵	سرداری
۳۹/۴	۳۷/۷	۹۹/۰	۱۰/۹	۵/۲	۳۳/۱	۵۸/۳	۱۵۹/۳	۴۱/۸	۶۰۳/۳	۱۹/۳	۸۸/۶	کوهدشت
۳۳/۱	۴۱/۱	۷۷/۲	۸/۳	۱۰/۱	۳۸/۷	۵۱/۳	۱۳۱۰/۸	۳۴/۵	۵۴۳/۷	۱۷۰/۳	۹۱/۵	شوا
۵۷/۸	۲۹/۵	۹۷/۵	۱۱/۰	۸/۲	۱۸/۳	۴۲/۷	۱۳۸۵/۵	۵۴/۰	۴۰۹/۵	۱۸	۱۰۸/۶	قلاوندی
۳۹/۶	۳۴/۹	۹۳/۹	۹/۳	۱۳/۸	۳۸/۳	۵۴/۳	۱۴۵/۳	۲۹/۸	۴۸۶/۳	۱۴/۱	۹۲/۳	فتاری
۳۹/۶	۴۴/۴	۸۶/۹	۷/۹	۱۱/۰	۳۳/۷	۶۶/۰	۱۵۹/۲	۳۳/۸	۷۱۳/۳	۱۹/۵	۹۱	گهر
۳۷/۴	۵۷/۹	۵۴/۰	۱۱/۳	۵/۳	۲۰/۳	۵۶/۵	۱۳۰/۶	۳۷/۲	۷۵۷/۷	۱۸/۱	۷۱/۳	محمدی
۳۸/۶	۴۲/۴	۱۰۴/۷	۹/۶	۱۰/۷	۳۹/۵	۶۰/۳	۱۸۱/۶	۴۷/۳	۷۹۲/۸	۱۸/۳	۷۹/۳	نیک نژاد

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم‌دیگر در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ۱۲ رقم گندم نان در شرایط دیم (تنش خشکی) منطقه مهران

طول پدانکل (سانتی متر)	شاخص برداشت (درصد)	کاه و کلش (کیلوگرم در هکتار)	طول رویشک (سانتی متر)	طول سنبله (سانتی متر)	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد سنبله در متر مربع	عملکرد		وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در هکتار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	رقم
								بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	دانه (گرم)					
۲۱/۸۶g	۳۰/۱۵ bcd	۱۱۲۱۹ bc	۵/۱۲c	۶/۲۳bc	۳۶/۸۳c	۵۶۶۶ ab	۱۶۰۶۶۷ a	۳۸۷۸ bc	۴۸۰۷۷ c	۱۳۸	۵۵/۰۶g	۵۵/۰۶g	اترک	
۲۵/۸۳f	۲۵/۴۲ cde	۱۰۰۵۱۳ bcd	۶/۸۳ de	۸/۳۳ ab	۳۲/۴c	۵۵۸ abc	۱۴۰۸۸۳ bc	۴۱/۴۳ bc	۳۵۷۵cd	۱۳/۸۹	۶۲/۶۶def	۶۲/۶۶def	چمران	
۳۳/۳۲ cd	۱۷/۴۳ ef	۱۱۵۴۹ abc	۵/۶۰ e	۷/۱۰ abc	۱۸/۸g	۵۳۳/۳ bcd	۱۳۹۸۲۷ bcd	۲۹/۳۶ d	۲۴۳۴ de	۱۳/۴۵	۶۹/۶۳c	۶۹/۶۳c	چناب	
۲۷/۴۰ ef	۴۰/۱۵b	۷۴۴۸e	۶/۶۴ de	۶/۷ bc	۵/۲۴ef	۵۳۰/۶ bcd	۱۶۱۶۳/۳ d	۴۲/۳۵bc	۳۸۸۷/۳c	۱۳/۳۵	۵۹/۵۶fg	۵۹/۵۶fg	زاگرس	
۳۶/۱۳f	۲۲/۸۰ de	۱۲۸۲۶ ab	۶/۶۰ de	۹/۵۰ a	۲۲/۴f	۶۲۰/۳ a	۱۶۶۱۳/۳ a	۳۶/۵۵ c	۳۸۸۷/۳cd	۱۳/۹۹	۷۹/۴۳b	۷۹/۴۳b	سرداری	
۳۵/۸۶ bc	۴۰/۰۸b	۹۶۶۷ cde	۹/۱۶ bc	۵c	۳۵/۹b	۴۸۴/۳ cd	۱۶۱۲۷/۷ a	۴۹/۳۳ a	۶۱۶۴b	۱۴/۳۵	۶۷/۳۰cd	۶۷/۳۰cd	کوهدهشت	
۳۶/۹۶f	۹/۸f	۱۲۸۵۱ a	۷c	۷/۳۰ abc	۲۵/۰۷c	۴۹۲ cd	۱۵۳۳۲/۳ ab	۲۵/۸۳ c	۵۱۲/۸e	۱۲/۷۹	۶۰/۵۳ef	۶۰/۵۳ef	شوا	
۵۲/۸۳ a	۳۵/۹bc	۸۶۱۳de	۱۳/۸۳ a	۷/۸۳ ab	۳۵/۰۶b	۵۴۷ abc	۱۳۲۸۵ cd	۳۹/۰۵ bc	۴۶۷۱c	۱۴/۸۹	۱۰۲/۲۰a	۱۰۲/۲۰a	فلاوندی	
۳۷/۳۳b	۳۶/۵۶ cde	۱۰۲۲۷de	۷/۸۳ de	۷/۱۶ abc	۲۹/۲d	۵۳۳ bcd	۱۳۹۳۳/۳ bcd	۴۱/۰۵bc	۳۷۰۶cd	۱۲/۷۹	۸۲/۲۰ b	۸۲/۲۰ b	قناری	
۲۷/۸۰ ef	۳۱/۱۵ bcd	۹۰۷۹ cde	۶/۳de	۶/۴ bc	۲/۳۳c	۴۸۴/۳ cd	۱۳۶۷۲/۳ cd	۳۷/۸۶ c	۴۰۹۳c	۱۳/۴۵	۶۵/۸۳cde	۶۵/۸۳cde	گهر	
۳۰/۵۳de	۲۷/۴۹ a	۴۶۶۲f	۸/۳ bc	۶/۲۳ bc	۳۱/۰۳cd	۴۹۲/۶ cd	۱۲۴۸۷/۷ cd	۴۰/۶۰ bc	۷۸۶۶ a	۱۴/۲۸	۶۱/۲۳ef	۶۱/۲۳ef	محمدی	
۳۳/۳۰ cd	۳۰/۷۸ bcd	۹۳۳۳ cde	۹/۵۶B	۵/۸۳ bc	۴۰/۳ a	۴۵۸/۲d	۱۳۴۸۳/۳ cd	۴۵/۰۵ ab	۴۱۲۰ c	۱۴/۲۸	۶۳/۱۳def	۶۳/۱۳def	نیک نژاد	

در هر ستون، میانگین‌های دارای حاشای یک حرف مشترک با هم‌دیگر در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.



جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ۱۲ رقم گندم نان در شرایط آبی منطقه مهران

طول پداندکل (سانتی متر)	شاخص پوداشت (درصد)	کاه و کلش (کیلوگرم در هکتار)	طول ریشک (سانتی متر)	طول سنبله (سانتی متر)	عملکرد		وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در سنبله	ارتفاع بوته (سانتی متر)	رقم
					تعداد سنبله در متر مربع	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)					
۲۱/۱۴	۲۶/۶ def	۹۹۳۹ ab	۶/۸۶ bc	۸/۶	۳۳/۹bc	۱۳۵۰۰bc	۴۲/۷abc	۳۶۱۱/۳ de	۱۵/۹bcd	۵۴/۴۴f	اترک
۳۰/۹۳ de	۴۷/۰۲ a	۷۲۲۲ cd	۶/۶۶bc	۳۷/۲b	۵۹/۵bc	۱۳۳۵۸/۳bc	۴۴/۸۸ ab	۶۱۳/۶b	۱۳/۲ e	۶۲/۶۳ e	چمران
۳۷/۲۶ cd	۴۸/۱ a	۸۰۴۸bcd	۶/۸۶bc	۸/۵۶ b	۳۰/۴c	۱۵۵۲۳/۳ a	۴۴/۲۵abc	۷۴/۵a	۱۷/۵ ab	۷۳/۹۶d	چناب
۳۱/۱۳de	۳۲/۲ cd	۸۴۴۵bcd	۸/۶۶bc	۷/۶bc	۴۲/۵a	۱۳۲۹۰c	۴۷/۱a	۳۹۴/۶d	۱۵/۹bcd	۶۶/۶۵e	زاگرس
۲۹/۶de	۳۳/۹ cd	۱۰۳۹۱ ab	۹/۳۳ b	۱۰/۸۶ a	۱۹/۷d	۱۳۳۸۱/۷bc	۳۷/۵bcde	۵۲۹/۵bc	۱۸/۱a	۸۴/۶c	سرداری
۴۲/۴۳b	۳۷/ bc	۸۴۷۱bcd	۱۲/۲a	۶/۲c	۳۱/۴c	۱۳۲۸۹/۷ bc	۴۲/۳abcd	۴۹۱۰/۳c	۱۵/۷ cd	۷۴/۰۳d	کرمدهشت
۲۷/۴ef	۴۴/۴ ab	۷۳۷۲ cd	۷/۶ bc	۷/۹۰ b	۳۵/۷b	۱۳۲۸۹/۳bc	۴۳/۳۱abc	۵۹۱۷/۷b	۱۴/۲ de	۳۳/۷۰e	شوا
۵۱/۵۶a	۲۰/۲f	۱۰۵۱۱ ab	۱۱/۷a	۷/۲۶ bc	۱۸/۲d	۱۱۹۹۹/۳bc	۳۰/۸۳e	۲۴/۷af	۱۶/۶abc	۱۰۹/۶a	قلاردنی
۴۱/۴۰b	۴۹/۵ a	۷۳۲۶ cd	۶/۴c	۸/۱۳ b	۳۵/۹b	۱۴۵۲۶/۷ ab	۴۱/۹۶abcd	۷۲۰/۱a	۱۳/۳e	۹۲/۰۳b	فتاری
۲۹/۸de	۲۱/۳ ef	۱۱۳۶۵a	۶/۲c	۸/۲۷ bc	۳۰/۴c	۱۴۳۳۸/۳abc	۳۵/۱۵ de	۳۰۲۲/۷ ef	۱۴/۷cd	۶۷/۱۶ de	گهر
۳۳cd	۵۲/۶ a	۶۶۱۷d	۸/۰۰ bc	۸/۵۳ b	۲۰/۴d	۱۳۵۰۰abc	۳۷/۷۱bcde	۷۳۳۳/۳a	۱۵/۲ de	۶۷/۵۲ de	محمدی
۳۰/۹۶de	۲۹/۵cde	۹۱۹۲abc	۱۲/۲a	۶/۸۰bc	۳۷/۱b	۱۳۱۲۳/۳bc	۳۷/۸۰cde	۳۸/۷d	۱۵/۱ cd	۶۱/۱۳e	نیک نژاد

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با هم‌دیگر در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

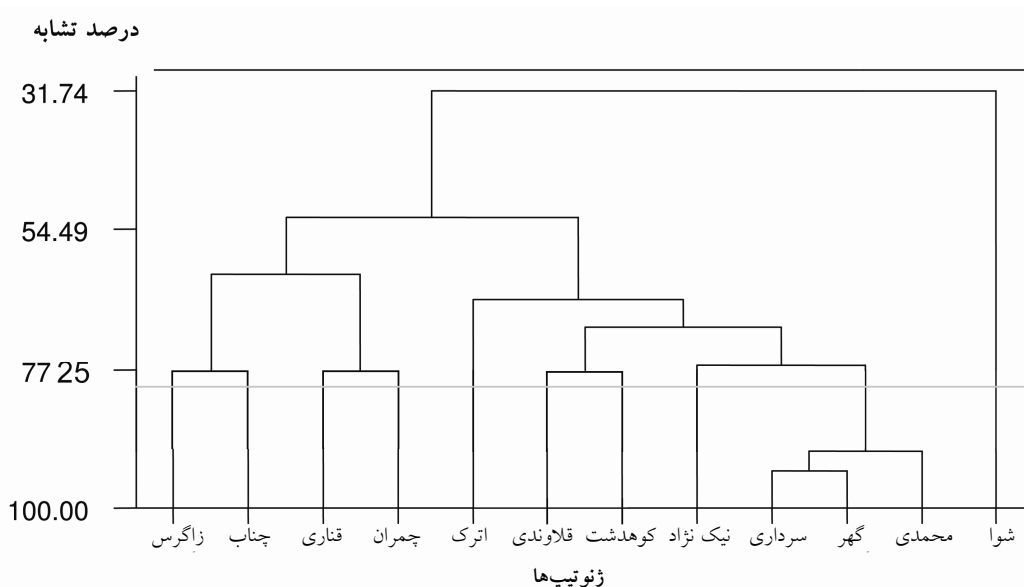
جدول ۵- همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی و عملکرد دانه بر اساس داده‌های ادغام شده دو منطقه

شاخص‌ها	$Y_p$	$Y_s$	MP	GMP	TOL	HARM	STI	SSI
$Y_p$	۱							
$Y_s$	۰/۵۸۵*	۱						
MP	۰/۸۷۱**	۰/۹۰۸**	۱					
GMP	۰/۷۹۹**	۰/۹۵۵**	۰/۹۹۱**	۱				
TOL	۰/۳۱۳	-۰/۵۸۷*	-۰/۱۹۴	-۰/۳۲۰	۱			
HARM	۰/۷۳۰**	۰/۹۸۰**	-۰/۹۷۱**	۰/۹۴۴**	-۰/۴۱۹	۱		
STI	۰/۸۰۳**	۰/۹۴۶**	۰/۹۸۸**	۰/۹۹۴**	-۰/۳۰۶	۰/۹۸۷**	۱	
SSI	۰/۰۱۷	-۰/۷۹۸**	-۰/۴۷۴	۰/۵۸۴*	۰/۹۵۱**	-۰/۶۶۵*	۰/۵۶۲	۱

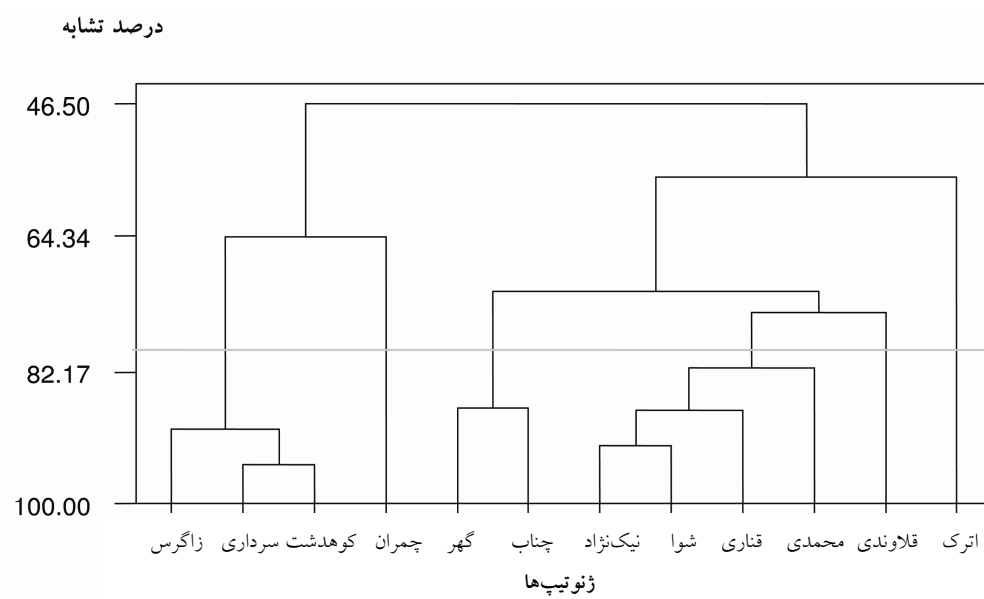
\*, \*\*, #: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۶- شاخص‌های مقاومت به خشکی ارقام مورد بررسی بر اساس داده‌های ادغام شده دو منطقه

شاخص	GMP	MP	SSI	STI	HARM	TOL	YS	YP	رقم
اترک	۴۲۱۱/۵۶	۴۲۶۸/۴۴	۰/۶۴۶۴	۰/۵۲۹۴	۴۱۵۵/۵۴	۱۳۸۷/۶۶	۳۵۷۴/۵	۴۹۶۲/۱۶	
چمران	۴۶۷۱/۰۵	۴۸۵۳/۱۶	۰/۹۸۶۸	۰/۶۵۱۲	۴۴۹۵/۷۷	۲۶۳۴	۳۵۳۶/۱۶	۶۱۷۰/۱۶	
چناب	۳۸۸۸/۳۷	۴۲۲۸/۲۵	۱/۳۰۳	۰/۴۵۱۳	۳۵۷۵/۸۱	۳۳۲۱/۸۳	۲۵۶۷/۳۳	۵۸۸۹/۱۶	
زاگرس	۴۳۵۳/۲۹	۴۴۲۳	۰/۶۹۴۷	۰/۱۵۶۵۶	۴۲۸۴/۶۸	۱۵۴۶/۳۳	۳۶۴۰/۸۳	۵۲۰۵/۱۶	
سرداری	۴۲۵۶/۲۳	۴۳۵۴/۶۶	۰/۸۰۶۸	۰/۵۴۰۷	۴۱۶۰/۰۱	۱۸۴۱/۳۳	۳۴۳۴	۵۲۷۵/۳۳	
کوه‌دشت	۵۱۸۸/۲۴	۵۲۸۰/۳۳	۰/۷۲۴۸	۰/۸۰۳۴	۵۰۹۷/۷۷	۱۹۶۳/۶۶	۴۲۹۸/۵	۶۲۶۲/۱۶	
شوا	۳۸۳۸/۱۷	۴۱۳۴/۶۶	۱/۲۵۳	۰/۴۳۹۷	۳۵۶۲/۹۳	۳۰۷۵	۲۵۹۷/۱۶	۵۶۷۲/۱۶	
قلاوندی	۳۳۸۹/۱۷	۳۵۰۲/۲۵	۰/۹۳۰۴	۰/۳۴۲۸	۳۲۷۹/۹۱	۱۷۶۴/۸۳	۲۶۱۹/۸۳	۴۳۸۴/۶۶	
قناری	۴۰۴۶/۴۶	۴۳۶۷/۷۵	۱/۲۷۶	۰/۴۸۸۷	۳۷۴۰/۲۴	۳۳۴۱/۱۶	۲۷۰۷/۱۶	۶۰۴۸/۳۳	
گهر	۴۶۰۴/۹۲	۴۶۲۸/۷۵	۰/۴۲۵۴	۰/۴۳۲۹	۴۵۸۱/۲۱	۹۸۳/۱۶	۴۱۵۹/۶۶	۵۰۹۷/۳۵	
محمدی	۶۵۳۸/۷۲	۶۵۹۲/۷۵	۰/۵۲۳۷	۱/۲۷۶	۶۴۸۵/۱۴	۱۶۸۴/۵	۵۷۵۰/۵	۷۴۳۵	
نیک‌نژاد	۴۶۹۹/۱۲	۴۸۰۰/۴۱	۰/۷۸۴۴	۰/۶۵۹۱	۴۵۹۹/۹۷	۱۹۶۱/۸۳	۳۸۱۹/۵	۵۷۸۱/۳۲	



شکل ۱- تجزیه خوشه‌ای ارقام گندم نان در شرایط آبیاری محدود (تنش خشکی دیم)



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای ارقام گندم نان در شرایط آبیاری مطلوب

## منابع

- ۱- ارزانی، ا. ۱۳۷۸. اصلاح گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۸۵ ص.
- ۲- اهدایی، ب. ۱۳۶۷. انتخاب برای تحمل به خشکی در گندم. اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات در ایران، ۵۶۱ ص.
- ۳- رحیمیان مشهدی، ح. ۱۳۷۴. مبانی فیزیولوژیک اصلاح نباتات. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۸۳ ص.
- ۴- سرمندینا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۶۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ۴۶۵ ص.
- ۵- سعیدی، ع. ۱۳۷۶. استراتژی کاربرد روش‌های به‌نژادی در بخش تحقیقات غلات. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۶۴۶ ص.
- ۶- نورمحمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۸۱. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۴۶ ص.
- ۷- نورمند موبد، ف. ۱۳۷۶. بررسی تنوع صفات کمی و رابطه آن‌ها با عملکرد گندم نان در شرایط دیم و آبی و تعیین بهترین شاخص تحمل به تنش. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه تهران، ۹۷ ص.
8. Ahmed, S., Ahmed, S., and Gilani, M. 2002. Drought resistance: A potential way to increase dryland crop production in highland Balochistan. *Asian Journal of Plant Science* 1(5): 264-263.
9. Fernandez, G. C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetable and other Food Crops to Temperature and Water Stress*. Taiwan, 13-18 August.
10. Fischer, R. A., and Maurer, R. C. 1978. Drought stress in spring wheat cultivars. *Australian Journal of Agricultural Research* 8: 897-912.
11. Rossiel, A. T., and Hambelen, Y. 1981. Theoretical of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science* 21: 1793-1795.
12. Setimela, P. S., Hodson, D., and Vivek, B. 2004. Breeding for improved drought tolerance in maize. *Proceeding of 4<sup>th</sup> International Crop Science Congress*, Brisbane, Australia.
13. Siddique, M. R., Hamid, A., and Islam, M. S. 2000. Drought Stress effects on water relations of wheat. *Botanical Bullten of Academic Science* 44: 35- 39.
14. Slafer, G. A., and Araus, J. L. 1998. Improving wheat responses to abiotic stresses. *Proceeding of 4th International Wheat Genetic Symposium*, Saskatoon, Canada. Vol. 1: 201-213.
15. Slafer, G. A., and Miralles, D. J. 1992. Leaf area duration during the grain filling period of Argentina wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science* 16: 178- 191.
16. Slafer, G. A., and Andrade, F. H. 1989. Genetic improvement in bread wheat yield in Argentina. *Field Crops Research* 21: 289-297.