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

عباس ملکی[1]، اسلام مجیدی هروان[2]، حسین حیدری شریف‌آباد[2] و قربان نورمحمدی[2]

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 وGMP 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 هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

مقدمه و بررسی منابع

رشد و نمو گیاهان زراعی به‌طور 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 (٤).

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 به‌ویژه 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، ٦ و ۱۱). با درک مبانی فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی، متخصصین اصلاح نباتات می‌توانند با کمک فیزیولوژیست ها 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 ارایه 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 ٦). 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 ارایه شده است و در این بین شاخص‌هایی نظیر میانگین هندسی بهره‌وری[1]، میانگین حسابی بهره‌وری[2]، شاخص های تحمل به تنش[3] شاخص‌های تحمل[4] و شاخص حساسیت به تنش[5] رایج‌تر می‌باشند. فیشر و مورر[6] (۱۹۸۸) شاخص حساسیت به تنش، روزیل و هامبلین[7] (۱۹۸۱) شاخص‌های تحمل و میانگین حسابی بهره‌وری و فرناندز[8] (۱۹۹۲) شاخص‌های تحمل به تنش و میانگین هندسی بهره‌وری را به عنوان بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی ارایه 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 پر عملکرد در شرایط خشکی هستند (۸ و١٤). اهدایی (١٣٦٧) 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 می تواند 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 (٦)، 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. Tolerence (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، شوا، 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:

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

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

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

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

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

شاخص تحمل به تنش و میانگین هندسی محصول‌دهی:

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

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 (جداول ۱ تا ٤). رقم سرداری با ارتفاع ۱۱۷/۸۳ سانتی‌متر بیشترین و رقم شوا با ٦۷/۸۳ 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 ٦٦/٦ سانتیمتر کمترین ارتفاع را داشتند (جدول ۲). در شرایط آبی منطقه مهران رقم قلاوندی بیشترین و رقم چمران کمترین ارتفاع را داشتند (جدول ٤).

در منطقه سرابله رقم چناب با سنبله‌ای به طول ۱۳/٦٦ سانتیمتر بلندترین و رقم کوهدشت با طول سنبله ۷/۱٦ سانتی‌متر کوتاهترین سنبله را در شرایط دیم داشتند. در شرایط بدون تنش همین منطقه رقم قناری با طول سنبله ۱۳/۸٦ 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 (جداول ۱ تا ٤). با توجه به این که سنبله‌های بلندتر پتانسیل بیشتری از نظر ایجاد تعداد سنبلچه و در نتیجه تعداد دانه های بیشتر دارند و هم‌چنین قابلیت بیشتری در انجام فتوسنتز به‌ویژه در مراحل پر شدن دانه و نیز توانایی انجام توزیع مجدد آسیمیلات‌ها 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

آماری قرار گرفته و ٤ 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 ٤).

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 این‌که صفتی کمی است ولی وراثت پذیری آن زیاد است (۲ و ١٦).

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 ۳۳/۷۳ گرم بیشترین و رقم قناری با ۲۰/۳۸ گرم کمترین وزن هزار دانه را در شرایط دیم سرابله تولید کردند. از نظر تعداد دانه در سنبله، ارقام نیک‌نژاد و چناب به‌ترتیب با تعداد ۵۰/٦ و ۲۰ دانه بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله را تولید کردند. در منطقه مهران رقم کوهدشت و چناب به‌ترتیب 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 به‌ترتیب با ٤٦/۳۳ و ۲۹/۹۷ گرم بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. از نظر تعداد دانه در سنبله، رقم زاگرس با تعداد ٤۷/٤ دانه بیشترین و رقم قلاوندی با تعداد ۱۸/۰۳ دانه کمترین تعداد دانه را در منطقه سرابله تولید کردند (جداول ۱و۲). 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 (۱۲و۷).

در شرایط آبی منطقه مهران، رقم زاگرس با ٤۷ گرم بیشترین وزن هزار دانه را تولید کرد (جداول ۳ و٤). یکی از معیارهای تولید عملکرد در واحد سطح، تعداد سنبله بارور می‌باشد که می‌تواند تا حدودی تعیین‌کننده عملکرد نهایی در مزرعه باشد (۳ و٦). 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 ٥٦۸/۳ سنبله در متر مربع بیشترین و رقم چناب با تعداد ۳۸٦ سنبله بارور کمترین تعداد سنبله را تولید کردند (جداول ۱ و۲). 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 و٤).

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 تعیین کننده میزان نهایی استفاده از این ظرفیت می‌باشد (١٤،٤،٦).

در این آزمایش ارقام از نظر عملکرد در شرایط دیم در سطح ۵ درصد اختلاف آماری معنی‌داری نشان داد. رقم گهر با متوسط ٤۲۲۵/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم قناری با تولید ۱۷۰۸/۳ 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 ۷٦۹۲ کیلوگرم بیشترین و رقم قلاوندی با عملکرد ٤۰۹۸ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را تولید کردند. در شرایط دیم منطقه مهران رقم محمدی با تولید ۷۸۲٦ کیلوگرم بیشترین و رقم شوا با تولید ۱٥۱۲/۷ کیلوگرم کمترین عملکرد دانه را داشتند. در شرایط آبی در همین منطقه رقم چناب با تولید ۷۸۷٥ کیلوگرم در هکتار پرعملکردترین رقم بود (جداول ٤-۱).

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

وسیعی 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 و۱۳).

شاخص‌های مقاومت به خشکی در جداول ۵ و ٦ آورده شده‌اند. طبق نظر فرناندز (۱۹۹۲) ارقامی که از نظر شاخص-های STI ، HARM 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، STI،GMP 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 ٦).

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 ٦ 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 ۱و ۲ نشان داده شده‌اند.

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 (شکل۲). 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 پروتئین ها این رقم را از جنبه‌های مختلف نشان می‌دهد. بالا بودن شاخص‌های GMP, MP و HARM 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 (جداول ۵و٦)، 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 و۲).

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.

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

رقم	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد سنبلچه در سنبله	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (سانتی متر)	طول ریشک (سانتی متر)	کاه و کلش (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	طول پدانکل (سانتی متر)
اترک	۷۲/۳۳i	۱۷/٦b	۳٥۳۷/۷ab	۲٤/۲۲hi	۱۱۳۱۷a	٥۱۰ab	۳٥d	۹/٦٦fg	٥/٥٦g	۷۷۷۹a	۳۱/۱۳abc	۱۹/۳۳e
چمران	۷۹/٦٦g	۱۷/۲d	۳٤۹۷/۳ab	۲٥/٦۱fgh	۱۱٤۱۷a	٥۰۳/۳ab	۳٤/۹d	۱۱/۳۳de	۷/۳۰d	۷۹۱۹a	۳۰/۷۲abc	۳٤/۱٦bc
چناب	۸۱/٥fg	۱٥/٦g	۲۷۰۰/۷bc	۲٥/۲۲gh	۹۸٦۰ab	۳۸٦/٦cd	۲۰k	۱۳/٦٦a	۷/۳۳d	۷۱٥۹a	۲۷/abc	٤۰/۳۳ ab
زاگرس	۷٦h	۱٥/٦g	۳۳۳٥/۷ab	۲٦/٦efg	۱۰۲۱۸ab	٤۸۳/۳abc	۲٥/۷i	۱۲cd	۸/٤۳c	٦۸۸۳a	۳۲/٦۳ab	۳٥bc
سرداری	۱۱۷/۸۳a	۱٥/۸f	۳۰۸۰/۷ab	۳۳/۷۳a	۱۱۱۰۲a	٤۹٦/٦abc	۲٤j	۱۳/٥ab	٥/٦۳f	۸۰۲۱a	۲۸/۳۱abc	۲۹/۸۳cd
کوهدشت	۸۷/٥e	۱۷/٦b	۳٦۸٦/۷ab	۲۸/۷۰cd	۱۱٦۸٥a	٥۰٦/٦ab	۳۸/۹b	۷/۱٦i	۹/۳۳b	۸۰۰۸a	۳۱/٥۲ab	۳٤/٦٦bc
شوا	۷۰/٦٦j	۱۷/٥c	۳٦۸۱/۷ab	۲٦/۹۰ef	۱۰۷۸۲ab	٤۷۸/۳abc	۲۷h	۱۲/۳۳bcd	۸/٤۰c	۷۱۰۰a	۳٤/۱٤ab	۲٤/۱٦de
قلاوندی	۱۰۱/٦٦b	۱٥/۸f	۲۷٦۱/۷bc	۳۱/٥٤b	۱۰۹۰۲ab	٤۰۱/٦bcd	۳۷/٤c	۸/۸۳gh	۱۰/٤۰a	۸۱٤۰a	۲٥/٤۳bc	٤۳a
قناری	۹۳/۸۳c	۱۳/٤i	۱۷۰۸/۳c	۲۰/۳۸j	۸٤۱۰b	۳٦۳/۳d	۳۰/٤e	۱۲/۸۳abc	٦/٤۰e	٦۷۳۲a	۲۰/۷۲a	۳۱/۳۳cd
گهر	۸۲/۸۳e	۱٥/۰۳h	٤۲۲٥/۷a	۲۳/۲٦i	۱۱۳٦۳a	٥٦۸/۳a	۳٤e	۱۰٥۰ef	٦/۱۳f	۷۱۳۸a	۳۷/٤۹a	۳۰cd

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

رقم	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد سنبلچه در سنبله	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (سانتی متر)	طول ریشک (سانتی متر)	کاه و کلش (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	طول پدانکل (سانتی متر)
اترک	٦٦/٦٦i	٢٢/٤a	٥١١٧bcd	٣٣/٨٥ef	١٣٤٧٠ab	٤٧٦/٦de	٣٥/٣d	٨/١٣de	٧/٩٣cd	٨٣٥٣ab	٣٧/٨bc	٢٢i
چمران	٧٩/٨٣f	١٦/٥h	٦٢٠٢abcd	٣٥/٩٧de	١٣٨٧٧ab	٦١٧/٣abc	٣٩/٨b	٧/١٦e	٧/٠٣d	٧٦٧٣ab	٤٤/٦b	٣٩/٣٣cd
چناب	٨٣/٥f	١٧/٦f	٤٣٠٣d	٣٨/٣٤cd	١٠٩١٠b	٦٠٥abc	٣٠/٦f	١٢/٢٣b	٧/٠٣d	٦٦٠٧ab	٣٩/٤bc	٣٩de
زاگرس	٨٨/٥f	١٦/٨g	٥٦٩٥abcd	٣٦/١٧de	١٥٧٧٩ab	٥٦٨/٣abcd	٤٧/٤a	١٠/١c	٦/٩٣d	١٠٠٨٤a	٣٥/٧cd	٣٤g
سرداری	١١٧/٥٠a	١٤/٨j	٥٢٥٢abcd	٤٠/٥١c	١٣٩٧٨ab	٦٤٣/٣ab	١٩/٦g	١٠/٦٣c	٩/٧٠b	٨٧٢٧ab	٣٧/٥ bc	٤٤b
کوهدشت	٨٨/٦٦e	١٩/٢c	٦٠٦٣abcd	٤١/٨٥bc	١٥٩٨٣ab	٥٨٨/٣abcd	٣٣/١e	٥/٢f	١٠/٩٦a	٩٩٢٠a	٣٧/٦bc	٣٩de
شوا	٩١/٥d	١٦/٠٣i	٥٤٢٧abcd	٣٤/٥٦de	١٣١٠٨ab	٥١٨/٣cde	٣٨/٦c	١٠/١٦c	٨/٨٣bc	٧٦٨٢ab	٤١/١bc	٣٢h
قلاوندی	١٠٨/٦٦b	١٨e	٤٠٩٨d	٥٤/٠٥ab	١٣٨٥٥ab	٤٢٦/٦e	١٨/٠٣h	٨/٢٠d	١١/٠٣a	٩٧٥٧a	٢٩/٥d	٥٧a
قناری	٩٣/٣٣c	١٤/٦k	٤٨٩٦cd	٢٩/٩٧f	١٤٥٣٥ab	٥٤٠bcd	٣٨/٣c	١٣/٨٦a	٩bc	٩٦٣٩a	٣٤/٩cd	٣٩/١٦cd
گهر	٩١d	١٩/٥c	٧١٧٣abcd	٣٣/٨٠de	١٥٧٩٢ab	٦٦٠a	٣٣/٦e	١١/٠٦c	٦/٩٦d	٨٦١٩ab	٤٤٥/٤b	٣٩/٦٦c
محمدی	٧١/٣٣h	١٨/١d	٧٥٣vab	٣٦/٢٢de	١٣٠١٦ab	٥٦٥abcd	٢٠g	٥/٢٣f	١١/٣٠a	٥٤٨٠b	٥٦/٩a	٣٧f
نیک نژاد	٧٩/٣٣g	١٨/٠٣e	٧٦٩٢a	٤٦/٣٣a	١٨١٦٨a	٦٠٣/٣abc	٣٩/٥b	١٠/٦c	٩/٦٦b	١٠٤٧٧a	٤٢/٤bc	٣٨/٦٦e

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

رقم	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد سنبلچه در سنبله	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (سانتی متر)	طول ریشک (سانتی متر)	کاه و کلش (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	طول پدانکل (سانتی متر)
اترک	۵۵/۰۶g	۱۳a	۴۸۰۷/۷ c	۳۸/۷۸ bc	۱۶۰۲۶/۷ a	۵۷۶/۶ ab	۳۲/۰۳c	۶/۲۳bc	۵/۱۳e	۱۱۲۱۹ bc	۳۰/۱۵ bcd	۲۱/۶۶g
چمران	۶۲/۶۶def	۱۳/۸a	۳۵۷۵cd	۴۱/۴۳ bc	۱۴۰۸۸/۳ bc	۵۵۸ abc	۳۲/۴c	۸/۳۳ ab	۶/۷۳ de	۱۰۵۱۳ bcd	۲۵/۴۲ cde	۲۵/۷۳f
چناب	۶۹/۶۳c	۱۳/۴a	۲۴۳۴ de	۲۹/۲۶ d	۱۳۹۸۲/۷ bcd	۵۳۳/۳ bcd	۱۸/۸g	۷/۱۰abc	۵/۶۰e	۱۱۵۴۹ abc	۱۷/۴۳ ef	۳۶/۳۲ cd
زاگرس	۵۹/۵۶fg	۱۳/۳a	۳۷۸۷/۳c	۴۲/۳۵bc	۱۲۱۶۳/۳ d	۵۳۰/۶ bcd	۵/۲۴ef	۶/۷ bc	۶/۶۴ de	۷۴۴۸e	۴۰/۱۵b	۲۷/۴۰ ef
سرداری	۷۹/۴۳b	۱۳/۹a	۳۷۸۷/۳cd	۳۶/۵۵ c	۱۶۶۱۳/۳ a	۶۲۰/۳ a	۲۲/۴f	۹/۵۰ a	۶/۶۰ de	۱۲۸۲۶ ab	۲۲/۸۰de	۲۶/۱۳f
کوهدشت	۶۷/۳۰cd	۱۴/۳a	۶۱۶۴b	۴۹/۳۳ a	۱۶۱۲۷/۷ a	۴۸۴/۳ cd	۳۵/۹b	۵c	۹/۱۶ bc	۹۶۶۷ cde	۴۰/۰۸b	۳۵/۷۶ bc
شوا	۶۰/۵۳ef	۱۲/۷a	۱۵۱۲/۷e	۳۵/۹۳ c	۱۵۳۶۳/۳ ab	۴۹۲ cd	۲۵/۰۶e	۷/۳۰ abc	۶e	۱۳۸۵۱ a	۹/۸f	۲۶/۹۶f
قلاوندی	۱۰۲/۲۰a	۱۴/۸a	۴۶۷۱c	۳۹/۰۵ bc	۱۳۲۸۴ cd	۵۴۷ abc	۳۵/۰۶b	۷/۸۳ ab	۱۳/۷۳ a	۸۶۱۳de	۳۵/۹bc	۵۲/۸۳ a
قناری	۸۲/۲۰b	۱۲/۷a	۳۷۰۶cd	۴۱/۰۵bc	۱۳۹۳۳/۳ bcd	۵۲۳ bcd	۲۹/۲d	۷/۱۶ abc	۷/۸۳ dc	۱۰۲۲۷de	۲۶/۵۶ cde	۳۷/۳۳b
گهر	۶۵/۸۳cde	۱۳/۴a	۴۰۹۳c	۳۷/۸۶ c	۱۳۱۷۲/۳ cd	۴۸۴/۳ cd	۲/۳۲c	۶/۴ bc	۶/۳۶de	۹۰۷۹ cde	۳۱/۱۵ bcd	۲۷/۸۰ ef
محمدی	۶۱/۲۲ef	۱۴/۲a	۷۸۲۶ a	۴۰/۶۰ bc	۱۲۴۸۷/۷ cd	۴۹۲/۶ cd	۳۱/۰۳cd	۶/۲۳ bc	۸/۶۳ bc	۴۶۶۲f	۶۲/۴۹ a	۳۰/۵۳de
نیک نژاد	۶۳/۱۳def	۱۴/۲a	۴۱۲۰ c	۴۵/۰۵ ab	۱۳۴۸۳/۳ cd	۴۵۸/۳d	۴۰/۳ a	۵/۷۳ bc	۹/۵۶B	۹۳۶۳ cde	۳۰/۷۸ bcd	۳۳/۳۰ cd

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

جدول٤- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ۱۲ رقم گندم نان در شرایط آبی منطقه مهران

رقم	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد سنبلچه در سنبله	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	طول سنبله (سانتی متر)	طول ریشک (سانتی متر)	کاه و کلش (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	طول پدانکل (سانتی متر)
اترک	٥٤/٤٦f	١٥/٩bcd	٣٦١١/٣ de	٤٢/٧٦abc	١٣٥٥٠bc	٤٦٠ dc	٣٣/٩bc	٨/٦b	٦/٨٦ bc	٩٩٣٩ ab	٢٦/٦ def	٢١/١f
چمران	٦٢/٦٣ e	١٣/٢ e	٦١٣٦/٣b	٤٤/٨٨ ab	١٣٣٥٨/٣bc	٥٩٥abc	٣٧/٢b	٧/٦٦bc	٦/٦٦bc	٧٢٢٢ cd	٤٦/٠٢ a	٣٠/٩٣ de
چناب	٧٣/٩٦d	١٧/٥ ab	٧٤٧٥a	٤٤/٢٥abc	١٥٥٢٣/٣ a	٥٩٦/٦abc	٣٠/٤c	٨/٥٦ b	٦/٨٦bc	٨٠٤٨bcd	٤٨/١ a	٣٧/٢٦ cd
زاگرس	٦٦/٧٦e	١٥/٩bcd	٣٩٤٦d	٤٧/١a	١٢٣٩٠c	٥٧٠abc	٤٣/٥a	٧/٦bc	٨/١٦bc	٨٤٤٤bcd	٣٢/٢ cd	٣١/١٣de
سرداری	٨٤/٦c	١٨/١a	٥٢٩٩bc	٣٧/٥٥bcde	١٣٣٨١/٧bc	٦٦٣/٣ ab	١٩/٧d	١٠/٧٦ a	٩/٣٣ b	١٠٣٩١ ab	٣٣/٩ cd	٢٩/٦de
کوهدشت	٧٤/٠٣d	١٥/٧ cd	٤٩١٠/٣c	٤٢/٣٦abcd	١٣٢٨٩/٧ bc	٥٠٦/٦bcd	٣١/٤c	٦/٠٣c	١٢/٢a	٨٤٧١bcd	٣٦/ bc	٤٢/٤٣b
شوا	٦٣/٧٠e	١٤/٢ de	٥٩١٧/٧b	٤٣/٣١abc	١٣٢٨٩/٣bc	٤٦٦/٦ cd	٣٥/٧b	٧/٩٠ b	٧/٦ bc	٧٣٧٢ cd	٤٤/٤ ab	٢٦/٤ef
قلاوندی	١٠٩/٦a	١٦/٦abc	٢٤٧٨f	٣٠/٩٣e	١٢٩٨٩/٣bc	٣٩٣/٣d	١٨/٢d	٧/٢٦ bc	١١/٧a	١٠٥١١ ab	٢٠/٢f	٥١/٥٦a
قناری	٩٢/٠٣b	١٣/٣e	٧٢٠١a	٤١/٩٦abcd	١٤٥٢٦/٧ ab	٥٩٠abc	٣٥/٩b	٨/١٣ b	٦/٤c	٧٣٢٦ cd	٤٩/٥ a	٤١/٤٠b
گهر	٦٧/١٦ de	١٤/٧cd	٣٠٢٢/٧ ef	٣٥/١٥ de	١٤٣٣٨/٣abc	٦٨٠a	٣٠/٤c	٨٣/٧ bc	٦/٢c	١١٣١6a	٢١/٣ ef	٢٩/٩de
محمدی	٦٧/٥٣ de	١٥/٢ de	٧٣٣٣/٣a	٣٧/٧١bcde	١٣٩٥٠abc	٤٨٨/٣ cd	٢٠/٤d	٨/٥٣ b	٨/٠٠ bc	٦٦١٧d	٥٢/٦ a	٣٣cd
نیک نژاد	٦١/١٣e	١٥/١ cd	٣٨٧١d	٣٦/٨٠cde	١٣١٦٣/٣bc	٤٩٠ cd	٣٧/١b	٦/٨٠bc	١٢/٣a	٩٢٩٢abc	٢٩/٥cde	٣٠/٩٦de

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با همدیگر در سطح احتمال ١٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

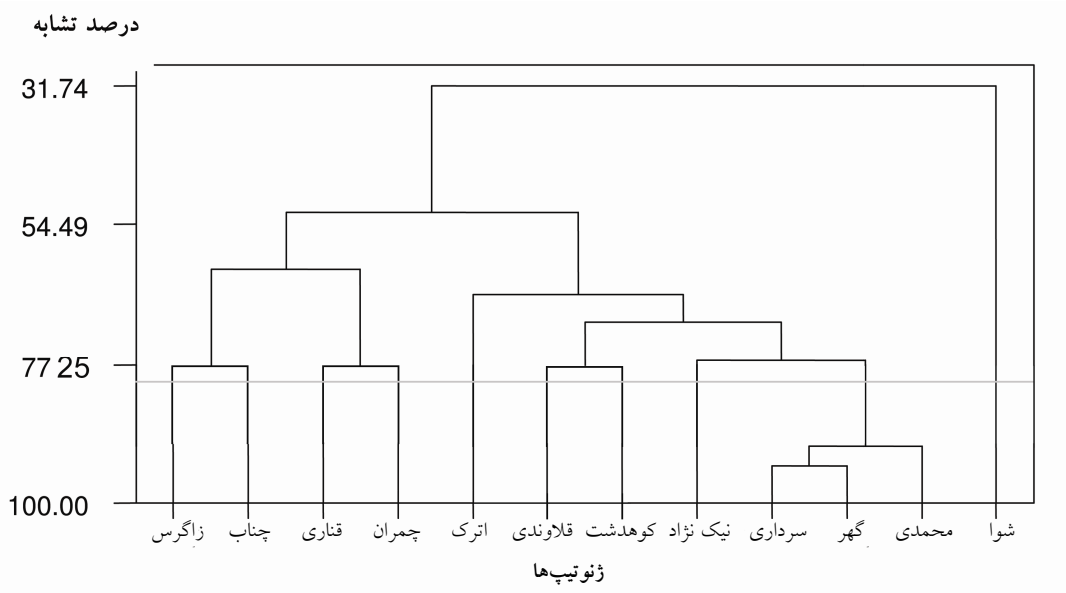
جدول ۵- همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به تنش خشکی و عملکرد دانه بر اساس داده‌های ادغام شده دو منطقه

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*	-۰/۱۹٤	-۰/۳۲۰	۱			
HARM	۰/۷۳۰**	۰/۹۸۰**	-۰/۹۷۱**	۰/۹٤٤**	-۰/٤۱۹	۱		
STI	۰/۸۰۳**	۰/۹٤٦**	۰/۹۸۸**	۰/۹۹٤**	-۰/۳۰٦	۰/۹۸۷**	۱	
SSI	۰/۰۱۷	-۰/۷۹۸**	-۰/٤۷٤	۰/۵۸٤*	۰/۹۵۱**	-۰/٦٦۵*	۰/۵٦۲	۱

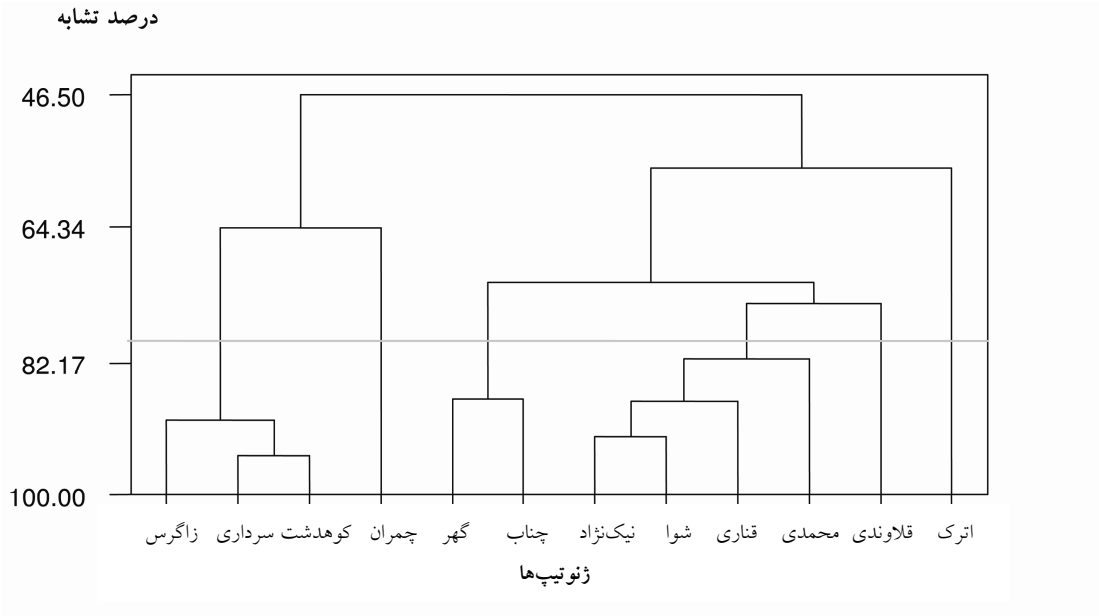
*، **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ٦- شاخص‌های مقاومت به خشکی ارقام مورد بررسی بر اساس داده‌های ادغام شده دو منطقه

شاخص / رقم	GMP	MP	SSI	STI	HARM	TOL	YS	YP
اترک	٤۲۱۱/۵٦	٤۲٦۸/٤٤	۰/٦٤٦٤	۰/۵۲۹٤	٤۱۵۵/۵٤	۱۳۸۷/٦٦	۳۵۷٤/۵	٤۹٦۲/۱٦
چمران	٤٦۷۱/۰۵	٤۸۵۳/۱٦	۰/۹۸٦۸	۰/٦۵۱۲	٤٤۹۵/۷۷	۲٦۳٤	۳۵۳٦/۱٦	٦۱۷۰/۱٦
چناب	۳۸۸۸/۳۷	٤۲۲۸/۲۵	۱/۳۰۳	۰/٤۵۱۳	۳۵۷۵/۸۱	۳۳۲۱/۸۳	۲۵٦۷/۳۳	۵۸۸۹/۱٦
زاگرس	٤۳۵۳/۲۹	٤٤۲۳	۰/٦۹٤۷	۰۱/۵٦۵٦	٤۲۸٤/٦۸	۱۵٤٦/۳۳	۳٦٤۰/۸۳	۵۲۰۵/۱٦
سرداری	٤۲۵٦/۲۳	٤۳۵٤/٦٦	۰/۸۰٦۸	۰/۵٤۰۷	٤۱٦۰/۰۱	۱۸٤۱/۳۳	۳٤۳٤	۵۲۷۵/۳۳
کوه‌دشت	۵۱۸۸/۲٤	۵۲۸۰/۳۳	۰/۷۲٤۸	۰/۸۰۳٤	۵۰۹۷/۷۷	۱۹٦۳/٦٦	٤۲۹۸/۵	٦۲٦۲/۱٦
شوا	۳۸۳۸/۱۷	٤۱۳٤/٦٦	۱/۲۵۳	۰/٤۳۹۷	۳۵٦۲/۹۳	۳۰۷۵	۲۵۹۷/۱٦	۵٦۷۲/۱٦
قلاوندی	۳۳۸۹/۱۷	۳۵۰۲/۲۵	۰/۹۳۰٤	۰/۳٤۲۸	۳۲۷۹/۹۱	۱۷٦٤/۸۳	۲٦۱۹/۸۳	٤۳۸٤/٦٦
قناری	٤۰٤٦/٤٦	٤۳۷۷/۷۵	۱/۲۷٦	۰/٤۸۸۷	۳۷٤۰/۲٤	۳۳٤۱/۱٦	۲۷۰۷/۱٦	٦۰٤۸/۳۳
گهر	٤٦۰٤/۹۲	٤٦۲۸/۷۵	۰/٤۲۵٤	۰/٤۳۲۹	٤۵۸۱/۲۱	۹۸۳/۱٦	٤۱۵۹/٦٦	۵۰۹۷/۳۵
محمدی	٦۵۳۸/۷۲	٦۵۹۲/۷۵	۰/۵۲۳۷	۱/۲۷٦	٦٤۸۵/۱٤	۱٦۸٤/۵	۵۷۵۰/۵	۷٤۳۵
نیک‌نژاد	٤٦۹۹/۱۲	٤۸۰۰/٤۱	۰/۷۸٤٤	۰/٦۵۹۱	٤۵۹۹/۹۷	۱۹٦۱/۸۳	۳۸۱۹/۵	۵۷۸۱/۳۲



شکل۱- تجزیه خوشه‌ای ارقام گندم نان در شرایط آبیاری محدود (تنش خشکی دیم)



شکل۲- تجزیه خوشه‌ای ارقام گندم نان در شرایط آبیاری مطلوب

منابع

۱- ارزانی، ا. ۱۳۷۸. اصلاح گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ٤٨٥ ص.

۲- اهدایی، ب. ۱۳٦۷. انتخاب برای تحمل به خشکی در گندم. اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات در ایران، ٥٦۱ ص.

۳- رحیمیان مشهدی، ح. ۱۳۷٤. مبانی فیزیولوژیک اصلاح نباتات. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۸۳ ص.

٤- سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳٦۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد، ٤٦٥ ص.

٥- سعیدی، ع. ۱۳۷٦. استراتژی کاربرد روش‌های به‌نژادی در بخش تحقیقات غلات. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، ٦٤٦ ص.

٦- نورمحمدی، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۸۱. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ٤٤٦ ص.

۷- نورمند موید، ف. ۱۳۷٦. 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 Jornal 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 4th International Crop Science Congress, Brisban, Australia.
13. Siddique, M. R., Hamid, A., and Islam, M. S. 2000. Drought Stress effects on water relations of wheat. Botanical Bullten of Academic Sience 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.