فصلنامه علمی - پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۹، ویژه نامه شماره ۱-۳۴، بهار ۱۳۹۲

تعیین بهترین شاخص‌های تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گندم نان در گچساران

رحمت‌الله کریمی‌زاده[۱]، محتشم محمدی[۱]، الیاس تاج‌الدینی[۲]

چکیده

به‌منظور شناسایی لاین‌های تحمل به خشکی و غربال‌کردن شاخص‌های کمی تحمل به خشکی تعداد هفده لاین اصلاح‌شده گندم نان به همراه رقم شاهدکوهدشت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در دو شرایط تنش شدید و تنش ملایم خشکی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گچساران مورد آزمایش قرارگرفتند. بر مبنای عملکرد در شرایط تنش ملایم (YP) و تنش شدید (YS)، شاخص‌های کمی تحمل به خشکی از قبیل میانگین بهره‌وری (MP)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، میانگین هارمونیک (HM)، شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل تنش (STI) محاسبه گردیدند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان دادکه اختلاف معنی‌داری بین کلیه شاخص‌ها و عملکرد در شرایط تنش شدید و تنش ملایم وجود داشت که بیانگر وجود تنوع ژنتیکی و امکان انتخاب برای مقاومت به خشکی و دورگ‌گیری برای مطالعات ژنتیکی و اصلاحی بعدی می‌باشد. تحلیل همبستگی عملکرد بین دو محیط و شاخص‌های مقاومت به خشکی نشان داد که شاخص‌های MP، GMP، STI و HM مناسب‌ترین شاخص‌ها برای غربال‌سازی ژنوتیپ‌های گندم نان می‌باشند. با توجه به این چهار شاخص و عملکرد بالا در دو محیط بهترین ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۴ تشخیص داده شدند. نمودار چند متغییره بای پلات نشان‌داد که ژنوتیپ‌های ۱ و۴ در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مقاومت به خشکی یعنی MP، GMP، STI و HM قراردارند. هم‌چنین توزیع ژنوتیپ‌ها در فضای بای‌پلات وجودتنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌ها نسبت به تنش خشکی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بای‌پلات، گندم نان، تجزیه خوشه‌ای، خشکی، گچساران و شاخص‌های تحمل

۱- موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور، ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران، گچساران، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد یاسوج، گروه زراعت، یاسوج، ایران
* مکاتبه‌کننده: (rhkarimizadeh@gmail.com)

تاریخ دریافت: پاییز ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: بهار ۱۳۹۱

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

یکی از اهداف مهم و اساسی در بخش کشاورزی افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی می‌باشد. عوامل متعددی باعث افزایش عملکرد محصولات کشاورزی می‌گرددکه ازآن جمله می‌توان به ارقام جدید، مبارزه با علف‌های هرز، مبارزه با آفات و بیماریها، بکارگیری روش‌های مکانیزه در مراحل کاشت، داشت و برداشت و مصرف بهینه کودهای شیمیایی اشاره نمود.

کمبود آب تنگنای اصلی محیطی در کاهش عملکرد غلات در دنیا به ویژه در حوزه مدیترانه است و مشکلی است که احتمالاً در آینده تشدید خواهد شد (Slafer *et al.*, 2005). متوسط جهانی عملکرد گندم حدود ۲/۵ تن در هکتار است. برای برآورده شدن میزان تقاضا تا سال ۲۰۲۰، می‌بایست عملکرد دانه به ۴/۲ تن در هکتار افزایش یابد. به عبارت دیگر افزایش سالانه ۸۵ کیلوگرم در هکتار از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ مورد نیاز است (اسلافر و دیگران، ۲۰۰۵). پنجاه درصد اراضی زیر کشت در کشورهای در حال توسعه و بیش از هفتاد درصد اراضی زیر کشت گندم این کشورها در معرض تنش خشکی قرار دارند (Trethowan & Pfieffer, 1999). حداقل ۶۰ میلیون هکتار از سطح زیر کشت گندم در محیط‌های کم بازده و دیم کشورهای در حال توسعه قرار دارد. متوسط عملکرد گندم در این کشورها از ۰/۸ تا ۱/۵ تن در هکتار بوده که تقریبا معادل ۱۰ تا ۵۰ درصد پتانسیل عملکرد نظری آن‌ها است. منظور از محیط کم بازده، محیطی است‌که تولیدات زراعی به سطحی کمتر از ۷۰ درصد پتانسیل تولید کاهش یابد. Trethowan & Pfieffer (1999)، با بررسی تغییرات عملکرد گندم در ۵۷ کشور جهان در یک دوره سی‌ساله، گزارش نمودند که مقدار باران و پراکنش آن عامل اصلی در ایجاد این تنوع بوده است. ضریب تغییرات عملکرد دانه در کشورهایی که نصف اراضی زیر کشت گندم آن‌ها به صورت دیم بوده دو برابر کشورهایی بود که در آن‌ها گندم اغلب بصورت آبی کشت می‌گردید. از مجموع ۱۲ میلیون هکتار اراضی زیر کشت کشور، بالغ بر ۶/۷ میلیون هکتار به کشت گیاه استراتژیک گندم اختصاص داشته است. از این سطح ۲/۳ میلیون هکتار به کشت گندم آبی و ۴/۴ میلیون هکتار آن به کشت گندم دیم اختصاص‌داشت. میزان تولید گندم دیم از سطح ۳/۴ الی ۴/۲ میلیون هکتار معادل ۱/۹ تا ۳/۹ میلیون تن در سال‌های مختلف متفاوت بوده است. رشد تولید گندم در ایران در طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۴ معادل ۵/۹ درصد در سال گزارش‌گردیده است که پنج درصد از این رشد به افزایش عملکرد در واحد سطح و ۰/۹درصد به افزایش سطح زیر کشت منتسب شده است (کشاورز و دیگران، ۱۳۸۱).

امروزه تنش‌های محیطی عامل کاهش‌دهنده عملکردگیاهان زراعی به شماررفته و مقابله با تخفیف اثرات تنش‌هابه‌عنوان راهکاری مفید در جهت افزایش عملکرد این محصولات مدنظر قرارگرفته است(رجبی و پوستینی، ۱۳۸۵). به نظر می‌رسد ارقامی که در شرایط آبیاری مناسب و آبیاری محدود عملکرد یکسانی داشته‌باشند و یا تفاوت عملکرد آنها کم باشد، نسبت به خشکی تحمل نسبی بیشتری به خشکی دارند (فرشادفر و همکاران،۱۳۸۰).

شفازاده و همکاران(۱۳۸۳) در بررسی ژنوتیپ‌های گندم،همبستگی مثبت و بسیارمعنی‌داری را بین عملکرد در محیط تنش و شاخص‌های MP، GMP و STI و هم‌چنین همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد در محیط غیرتنش و تمام شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی گزارش کردند.

Archive of SID

www.SID.ir

گسترش ارقام متحمل به تنش‌های محیطی، هدف اصلی بسیاری از پروژه‌های به‌نژادی است. هرچندکه ژنوتیپ جدید تنها یکی از اجزای تکنولوژی تولید است ولی نخستین توصیه قابل پذیرش است که به راحتی توسط زارعین مورد استقبال قرار می‌گیرد (Trethowan & Pfieffer, 1999). محمدی (۱۳۸۰) در بررسی اثر تنش گرما بر عملکرد دانه ۱۶ رقم گندم نان، گزارش داد که با اعمال تنش حرارتی، به ازای افزایش یک درجه سانتیگراد در مراحل رشدی برجستگی مضاعف تا گرده‌افشانی، تعداد دانه در واحد سطح، ۵/۶ درصد کاهش یافت. همچنین در مرحله پر شدن دانه، به ازای هر یک درجه سانتی‌گراد افزایش حرارت، از وزن دانه ژنوتیپ‌ها به طور متوسط، ۲/۷ درصد کاسته شد.

محمدی و کریمی‌زاده (۱۳۸۷) برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و پرمحصول گندم نان در شرایط گرم و خشک با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی براساس ماتریس همبستگی بین عملکرد دانه در شرایط دیم و آبیاری تکمیلی و شاخص‌های مختلف و با لحاظ نمودن عملکرد دانه در شرایط متفاوت و با توجه به حد مطلوب سایر صفات، همچنین با در نظر گرفتن مقادیر شاخص‌های مختلف تحمل و حساسیت و مؤلفه‌های اصلی متشکل از عملکرد دانه و شاخص‌های مختلف، لاین‌های شماره سه، هشت و نه را به عنوان ژنوتیپ‌های سازگار در محیط‌های مختلف شناسایی کردند.

Ramirez & Kelly (1998) معتقدند که غربال کردن دقیق‌تر ژنوتیپ‌ها و اصلاح برای سازگاری به شرایط تنش، نیاز به مشابه‌سازی محیط‌هایی با تنش خشکی دارد که نماینده شرایط مزرعه بوده و قابل تکرار نیز باشد. اولین محققی که موضوع تهیه ارقام دارای تحمل به خشکی با استفاده از گزینش در شرایط تنش رطوبتی مصنوعی را پیشنهاد داد و شرط نهایی موفقیت در این کار را شبیه‌سازی و انطباق محیط آزمایش با اقلیم منطقه دارای تنش دانست هارد بود (Jensen, 1988). Quisenberry (1982) مقاومت به خشکی را توانایی یک ژنوتیپ در تولید بیشتر عملکرد نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها در شرایط رطوبتی یکسان تعریف نمود که این تعریف بیشتر مورد توجه اصلاح‌گران نبات است. همواره هدف از تهیه ارقام متحمل به خشکی معرفی ارقامی بوده که به طور نسبی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها تنش را بهتر تحمل کرده و در شرایط یکسان افت عملکرد کمتری داشته باشند (Srivastava *et al.*, 1987). حساسیت به خشکی یک ژنوتیپ معمولاً براساس میزان کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی برآورد می‌شود. Fischer & Mourer (1987) معتقدند معیار مقاومت به خشکی وضعیت عملکرد دانه در شرایط خشک می‌باشد و بر همین اساس شاخص حساسیت[۱] (SSI) به تنش را پیشنهاد کردند. در تجزیه و تحلیل داده‌های آن‌ها معلوم گردید که شاخص حساسیت مستقل از عملکرد بالقوه نیست. عده‌ای از محققان نیز گزارش کرده‌اند که ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد دانه تحت شرایط تنش به تنهایی معیار خوبی برای تحمل به خشکی نمی‌تواند باشد زیرا ممکن است عملکرد ژنوتیپ‌های مقاوم در شرایط پتانسیل (بدون تنش خشکی) بالا نباشد و انتخاب برای عملکرد بالا تحت شرایط عدم

۱- Stress Susceptibility Index

Archive of SID

www.SID.ir

استرس در ژنوتیپ‌ها منجر به تولید عملکرد بالا در شرایط تحت استرس نمی‌شود (Baker, 1994). بنابراین عملکرد دانه در شرایط تنش هیچ‌گاه نتوانسته است ملاک مناسب و دقیقی جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و تنش باشد و انتخاب برای مقاومت به خشکی بایستی با انتخاب مواد ژنتیکی برای پتانسیل عملکرد بالا تحت شرایط بدون تنش همراه باشد (Blum, 1988). از این‌رو وضعیت عملکرد نسبی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی و نیز در شرایط بدون تنش آبی به عنوان یک نقطه شروع برای شناسایی صفات مربوط به مقاومت به خشکی و انتخاب ژنوتیپ‌ها برای اصلاح در محیط‌های خشک می‌باشد (اهدایی، ۱۳۷۲).

Rosille & Hambilin (1981) شاخص تحمل[۱] (TOL) را به صورت اختلاف عملکرد محیط تنش و بدون تنش تعریف کردند و هم‌چنین شاخص متوسط محصول دهی را به صورت میانگین عملکرد[۲] (MP) در دو محیط تنش و بدون تنش پیشنهاد نمودند. بنظر می‌رسد ارقامی که در شرایط رطوبتی مناسب و شرایط رطوبتی محدود (تنش خشکی) عملکرد با ثبات‌تری داشته باشند و یا حداقل تفاوت عملکرد آن‌ها کم باشد احتمالاً مقاومت نسبی بیشتری به خشکی خواهند داشت (Blum, 1988). مقادیر کمتر شاخص TOL مطلوب بوده و غالباً ژنوتیپ‌های گزینش شده بر اساس آن در شرایط بدون تنش پتانسیل عملکرد نسبی پایین و در صورت تنش عملکرد نسبتاً بالایی دارند. Fernandez (1992) با بررسی عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش ارقام لوبیا را از نظر واکنش به دو محیط به ۴ گروه تقسیم بندی نمود:

الف) ژنوتیپ‌های که تظاهر یکسانی را در هر دو محیط تنش و بدون تنش دارا هستند (گروه A)،

ب) ژنوتیپ‌های که فقط تظاهر خوبی در محیط بدون تنش دارند (گروه B)،

ج) ژنوتیپ‌های که عملکرد بالایی را در محیط دارای تنش می‌باشند (گروه C) و

د) ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی را در هر دو محیط دارا هستند (گروه D).

هم‌چنین وی اظهار داشت که مناسب‌ترین معیار انتخاب برای تنش شاخصی است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها باشد. بنابراین برای شناسایی ارقام گروه A، این محقق شاخص تحمل به تنش[۳] (STI) را ارائه نمود. مقدار بالای این شاخص برای ژنوتیپ نمایان‌گر تحمل به خشکی بیشتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ است. همان‌طور که قبلا گفته شد، شاخص‌های حساسیت و تحمل قادر به تفکیک گروه A از C نمی‌باشند، درحالی‌که شدت استرس[۴] (SI) در محاسبه STI منظور شده، بنابراین قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه‌های B و C می‌باشد.

Fernandez (1992) و Kristin *et al* (1997) جهت تعیین میزان حساسیت ژنوتیپ‌ها به تنش به دلیل تفاوت شدت تنش خشکی در سال‌های مختلف از میانگین هندسی[۵] (GMP) ژنوتیپ‌ها در دو محیط استفاده کردند. فرناندز (۱۹۹۲) هم‌چنین در بررسی روابط بین شاخص‌های تحمل به تنش از

۱- Tolerance Index
۲- Mean Productivity
۳- Stress Tolerance Index
۴- Susceptibility Index
۵- Geometric Mean Productivity

Archive of SID
www.SID.ir

نمایش بای‌پلات چند متغیره استفاده کرد و گزارش کرد که در تنش متوسط مؤلفه اول ۶۹٪ از تنوع داده‌ها را توصیف کرد و مؤلفه پتانسیل عملکرد نام‌گذاری شد، مؤلفه دوم نیز حدود ۳۰٪ از تنوع بین داده‌ها را توصیف کرد، که مؤلفه تحمل به تنش نامیده شد. در شرایط تنش شدید نیز مؤلفه اول با ۶۳٪ تنوع بین داده‌ها به مؤلفه تحمل به تنش و میانگین محصول‌دهی و مؤلفه دوم با ۳۶٪ تنوع، به پتانسیل عملکرد نام‌گذاری کرد. در حال حاضر هیچ راه منطقی برای افزایش نزولات جوی در خلال دوره‌های خشکی وجود ندارد و بهترین راه مبارزه با خشکی همراهی با آن یعنی تولید ارقام و هیبریدهای دارای تحمل بیشتر خشکی و یا ارقام دارای توانایی اجتناب از آن می‌باشد. بنابراین اصلاح برای مقاومت به خشکی و افزایش راندمان مصرف آب در گیاهان امری اجتناب‌ناپذیر است. این تحقیق با هدف شناسایی ژنوتیپ‌های مختلف و دستیابی به ارقام مناسب در شرایط وجود تنش خشکی برای کشت گندم دوروم در مناطق نیمه‌گرمسیر کشور و همچنین تعیین ژنوتیپ‌های مناسب جهت انجام دورگ‌گیری در برنامه‌های اصلاحی آینده اجرا گردید. بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم از نظر تحمل به خشکی، انتخاب مناسب‌ترین شاخص‌های تحمل به خشکی و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی از مهم‌ترین اهداف این تحقیق می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌منظور ارزیابی میزان تحمل ۱۸ژنوتیپ پیشرفته گندم نان نسبت به تنش خشکی و انتخاب شاخص مناسب تحمل به تنش خشکی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران اجراگردید. این آزمایش در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم گچساران واقع در دشت امامزاده جعفر به اجرا درآمد. منطقه محل اجرای آزمایش دارای موقعیت جغرافیایی به‌شرح زیر می‌باشد. این منطقه بین ۵۰درجه و۵۰ دقیقه طول شرقی ۳۰ درجه و۲۰ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع ۷۱۰متر از سطح دریا در شرق شهرستان گچساران قرار دارد.

برای اجرای طرح قبل از فرا رسیدن فصل کشت با استفاده از گاوآهن و دیسک نسبت به شخم و نرم‌کردن خاک اقدام نموده و نسبت به کشت ژنوتیپ‌ها درکرت‌های آزمایش اقدام می‌شود (نارکی، ۱۳۷۷). کود شیمیایی بر مبنای ۱۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار محاسبه و در حد فاصل شخم با گاوآهن و دیسک با خاک مخلوط می‌گردد (نارکی، ۱۳۷۷). در مرحله ۳ تا ۵ برگی با استفاده از علف‌کش‌های تاپیک و گیاهستار با علف‌های هرز مبارزه می‌شود. در طول دوره رویش گیاه از مزارع بازدید نموده و نسبت به یادداشت‌برداری از صفات زراعی و مرفولوژیکی ارقام و لاین‌های مورد آزمایش نظیر تاریخ سبز، تعداد پنجه، تاریخ ظهور سنبله، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته، تاریخ رسیدن، وزن هزاردانه، کیفیت پرشدن دانه، مقاومت در برابر بیماری‌ها و عملکرد دانه مطابق معیارهای معمول در مؤسسات تحقیقاتی داخلی و بین‌المللی اقدام می‌شود. با استفاده از عملکرد گیاهان در شرایط تنش خشکی شاخص‌های کمی مقاومت برای هر ژنوتیپ به شرح زیر محاسبه گردید.

شاخص‌های تحمل (TOL)، شاخص بهره‌وری متوسط (MP)، شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل

Archive of SID

www.SID.ir

تنش (STI) با توجه به فرمول‌های زیر محاسبه می‌شوند.

$$TOL = Yp - Ys$$
$$MP = (Ys + Yp) / 2$$
$$GMP = \sqrt{(Yp \cdot Ys)}$$
$$SSI = (1- (Ys / Yp)) / SI$$
$$SI = 1- (\bar{Y}s / \bar{Y}p)$$
$$STI = (Yp / \bar{Y}p) (Ys / \bar{Y}s) (\bar{Y}s / \bar{Y}p) = (Yp) (Ys) / (\bar{Y}p)^2$$

در این فرمول‌ها Ys: عملکرد هر ژنوتیپ تحت شرایط تنش محیطی ($Kg.Ha^{-1}$)، Yp: عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ تحت شرایط مطلوب ($Kg.Ha^{-1}$)، $\bar{Y}p$: میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌های تحت شرایط مطلوب است ($Kg.Ha^{-1}$)، $\bar{Y}s$: میانگین عملکرد تمامی ژنوتیپ‌های تحت شرایط تنش است ($Kg.Ha^{-1}$) و SI: شدت تنش خشکی هستند.

نتایج حاصل‌ازاندازه‌گیری صفات مورد نظر با استفاده ازنرم‌افزارهای MSTATC و SPSS تجزیه واریانس گردیدند. میانگین صفات با استفاده ازنرم افزارهای MSTATC و SPSS و به کمک آزمون دانکن در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪مورد مقایسه قرارگرفتند. برای تعیین همبستگی صفات و شاخص‌ها از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید. کلیه نمودارها توسط Excel ترسیم گردیدند. همبستگی‌های ساده بین شاخص‌های مقاومت و عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش محاسبه و براساس تحلیل این همبستگی‌ها، شاخص‌های مقاومت را غربال و مناسب‌ترین شاخص با توجه به همبستگی آن شاخص با عملکرد، انتخاب گردید.

نتایج

ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی وعملکرد ژنوتیپ‌های گندم در دو شرایط تنش شدید و ملایم در جدول شماره ۱ درج گردیده است. تحمل به خشکی صفتی پیچیده بوده و عوامل مختلفی درآن دخالت دارند، در نتیجه قضاوت پیرامون ژنوتیپ‌ها از نظر یک صفت، پیچیده و گاهی اوقات با نتایج متفاوت همراه است (فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۰). به کمک تحلیل همبستگی و تخمین شاخص‌های کمی تحمل به خشکی، شاخص‌های تحمل مورد بررسی قرارگرفته و بهترین شاخص‌ها انتخاب شدند. عموماً شاخص‌هایی که در شرایط تنش شدید و ملایم همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشته باشند به عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها انتخاب می‌گردند، زیرا این شاخص‌ها قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش شدید و ملایم هستند (Fernandez, 1992).

Archive of SID

www.SID.ir

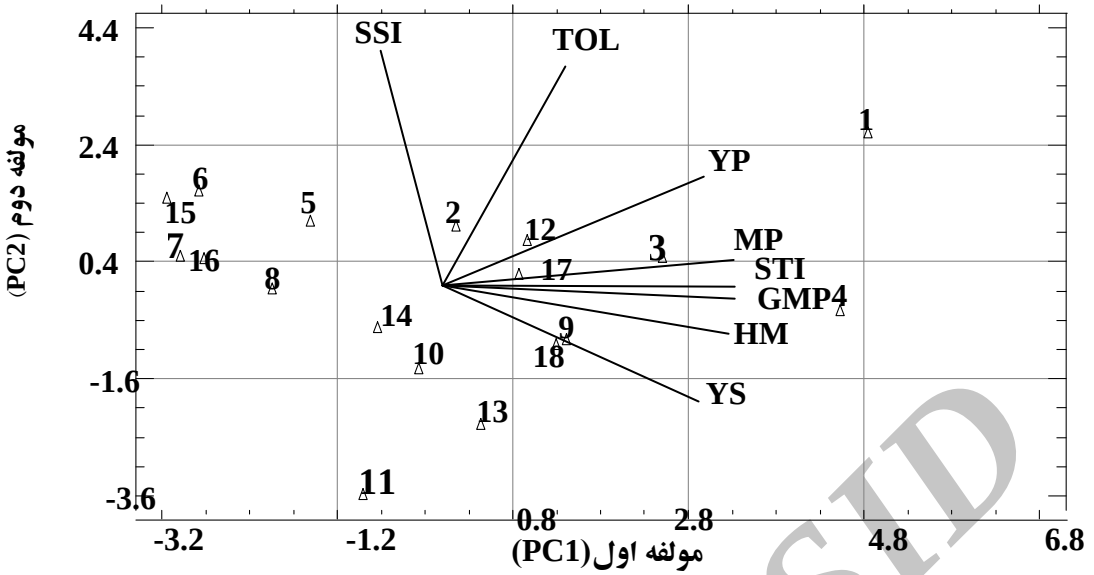
جدول ۱- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های کمی تحمل به خشکی و عملکرددانه در دو شرایط تنش شدید و ملایم

	MP	TOL	STI	SSI	GMP	HM	YS	YP
MP	۱							
TOL	۰/۵۱۳*	۱						
STI	۰/۹۹۸**	۰/۵۱۳*	۱					
SSI	-۰/۱۱۱	۰/۷۸۲**	-۰/۱۱۱	۱				
GMP	۰/۹۸۶**	۰/۳۶۷	۰/۹۸۶**	-۰/۲۶۴	۱			
HM	-۰/۱۳۸	۰/۷۷۱**	-۰/۱۳۸	۰/۹۹۸**	-۰/۲۹۴	۱		
YS	۰/۸۲۰**	-۰/۰۷۱	۰/۸۲۰**	-۰/۶۵**	۰/۹۰۱**	۰/۶۷۵**	۱	
YP	۰/۹۳۵**	۰/۷۵۸**	۰/۹۳۵**	۰/۲۴۴	۰/۸۶۴**	۰/۲۲۰	۰/۵۶۲*	۱

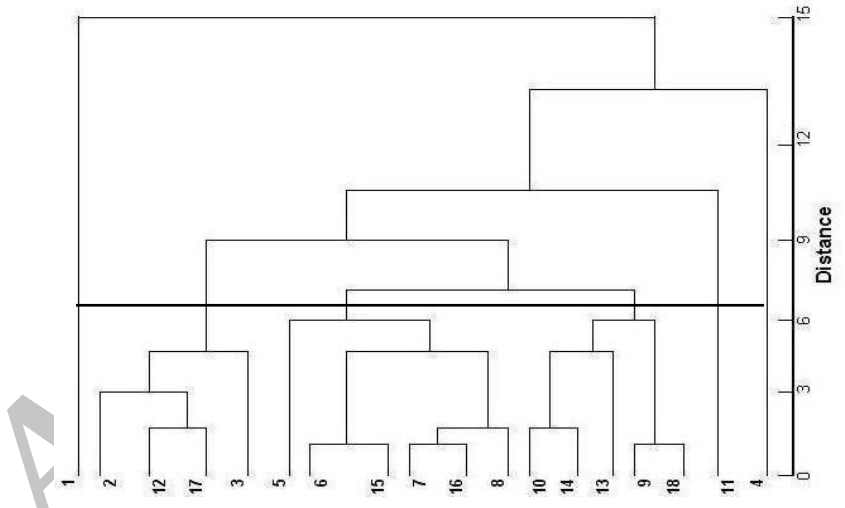
جدول ۲- مقادیر و بردارهای ویژه شاخص‌های مورد استفاده در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در شرایط تنش شدید و ملایم

شاخص‌های مورداستفاده	مؤلفه	
	PCA 1	PCA 2
مقادیر ویژه	۵/۷۱۹	۲/۲۵۳
سهم تجمعی(درصد)	/۷۱۴	/۹۹۶
MP	/۴۱۵	/۰۷۰
TOL	/۱۷۵	/۶۰۳
STI	/۴۱۷	-/۰۰۳
SSI	-/۰۸۸	/۶۴۶
GMP	/۴۱۷	-/۰۳۷
HM	/۴۰۸	-/۱۳۴
Ys	/۳۶۶	-/۳۲۰
Yp	/۳۷۲	/۳۰۰

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱- بای‌پلات حاصل از دو مؤلفه اول تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شاخص‌های کمی تحمل به خشکی، Yp و Ys



شکل ۲ - دندروگرام ژنوتیپ‌های مختلف گندم نان با استفاده از تجزیه خوشه‌ای با روش ادغام نزدیک‌ترین همسایه‌ها

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تجزیه ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش شدید و ملایم نشان می‌دهد که بین شاخص‌های میانگین بهره وری (MP)، شاخص تحمل به تنش (STI)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و میانگین هارمونیک (HM) با عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در دو

www.SID.ir

شرایط تنش شدید و ملایم همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده می‌شود. بنابراین، می‌توان شاخص‌های میانگین بهره وری، شاخص تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره وری و میانگین هارمونیک را به عنوان بهترین شاخص‌ها برای انتخاب لاین‌های متحمل به خشکی که در هر دو شرایط عملکرد بیشتری دارند، معرفی نمود. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی‌های محققان زیادی مطابقت داشته وآنها را تأیید می‌کند (اهدایی،۱۳۷۲؛ رادمهر و همکاران، ۱۳۷۵؛ سنجری، ۱۳۷۷؛ فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۰؛ قاجار سپانلو و همکاران، ۱۳۷۹؛ کانونی،۱۳۷۷؛ کرمی و همکاران، ۲۰۰۶؛ محمدی و کریمی‌زاده، ۱۳۸۷؛ فرناندز، ۱۹۹۲؛ خلیلی و همکاران،۲۰۰۴؛ نورمند موید و همکاران، ۱۳۸۰). شاخص تحمل (TOL) با عملکرد در شرایط تنش شدید همبستگی منفی(۰۷۱/-) و غیرمعنی‌دار داشته است ولی همبستگی این شاخص با عملکرد دانه در شرایط تنش ملایم مثبت (۰/۷۸۵) و کاملاً معنی‌دار بوده است.در صورتی‌که واکنش شاخص حساسیت به تنش (SSI) با عملکرد دانه عکس شاخص تحمل (TOL) می‌باشد. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی‌های برخی محققان مطابقت داشته وآنها را تأیید میکند(فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۰ و زارع فیض‌آبادی و قدسی، ۲۰۰۴). همبستگی این شاخص (SSI) با عملکرد دانه در شرایط تنش شدید منفی (۰/۶۵۱-) و کاملاً معنی‌دار و در شرایط تنش ملایم مثبت و غیرمعنی‌دار (۰/۲۴۴) بوده است. این نتایج با نتایج حاصل از بررسی‌های برخی محققان مطابقت داشته و آنها را تأیید میکند (اهدایی، ۱۳۷۲؛ نورمند موید، ۱۳۷۶؛ زارع فیض‌آبادی و قدسی، ۲۰۰۴).

نکته مهم و قابل توجه در جدول شماره ۱ این است که بین عملکرد دانه در شرایط تنش شدید (Ys) و شرایط تنش ملایم (Yp) همبستگی مثبت ومعنی‌دار (۰/۵۶۲) مشاهده گردیده است که بیان‌گر افزایش یا کاهش هم‌جهت عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها تحت هردو شرایط می‌باشد. عملکرد دانه در شرایط تنش شدید با کلیه شاخص‌ها به‌جز شاخص تحمل (TOL) و شاخص حساسیت به تنش (SSI) همبستگی مثبت و کاملاً معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد داشته است و بالاترین آن(r=۰/۹۰۱) مربوط به شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) بوده‌است. عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش ملایم با کلیه شاخص‌ها به‌جز شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص هارمونیک (HM) همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطوح احتمال ۱و ۵ درصد داشته است و بیشترین همبستگی عملکرد دانه در این شرایط مربوط به شاخص‌های میانگین بهره‌وری (GMP) وتحمل به تنش (STI) به میزان ۰/۹۳۵ بوده است که از نظر آماری مثبت و کاملاً معنی‌دار می‌باشد. نتایج این بررسی با نتایج تحقیقات نورمند موید و همکاران(۱۳۸۰)، فرناندز(۱۹۹۲)، سمیع‌زاده(۱۳۷۵)، نیکخواه(۱۳۸۵) و گل‌پرور(۱۳۷۹) مطابقت دارد.

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است، شاخص (STI) با شاخص‌های GMP،MP و عملکرد در شرایط تنش شدید و ملایم همبستگی مثبت و کاملاً معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و با شاخص TOL همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵٪ و با شاخص SSI همبستگی منفی و غیرمعنی‌دار دارد. شاخص MP با شاخص های STI، GMP و عملکرد در شرایط تنش شدید و ملایم همبستگی مثبت و کاملاً معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و با شاخص TOL همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال

Archive of SID

www.SID.ir

۵٪ و با شاخص های SSI و HM همبستگی منفی و غیرمعنی‌داری دارد. شاخص TOL با شاخص های SSI، HM و عملکرد در شرایط تنش رطوبتی ملایم همبستگی مثبت و کاملاً معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، با شاخص GMP همبستگی مثبت و غیرمعنی‌دار، با شاخص‌های STI و MP همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و با عملکرد دانه در شرایط تنش شدید همبستگی منفی و غیر معنی‌دار نشان داد. شاخص SSI با شاخص‌های TOL و HM همبستگی مثبت و کاملاً معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و با عملکرد در شرایط تنش رطوبتی ملایم همبستگی مثبت و غیرمعنی‌دار، با شاخص‌های MP، STI و GMP همبستگی منفی و غیرمعنی‌دار و با عملکرد در شرایط تنش شدید رطوبتی همبستگی منفی و کاملاً معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. شاخص GMP با شاخص‌های MP، STI و عملکرد در شرایط تنش شدید رطوبتی و تنش رطوبتی ملایم همبستگی مثبت و کاملاً معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و با شاخص‌های HM و SSI همبستگی منفی و غیرمعنی‌دار و با شاخص TOL همبستگی مثبت و غیرمعنی‌داری دارد. شاخص HM با شاخص‌های TOL، SSI و عملکرد در شرایط تنش شدید همبستگی مثبت و کاملاً معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و با شاخص‌های MP، STI و GMP همبستگی منفی و غیرمعنی‌دار و با عملکرد در شرایط تنش رطوبتی ملایم همبستگی مثبت و غیر معنی‌داری دارد. برای بررسی رابطه بین شاخص‌های کمی تحمل به خشکی و عملکرد دانه در شرایط تنش شدید و ملایم از یک نمودار چند متغیره موسوم به بای‌پلات استفاده شد. با استفاده از تجربه به مؤلفه‌های اصلی دو مؤلفه اول در مجموعه ۹۹/۶۶ درصد از تغیرات موجود بین داده‌ها را توجیه نمودند. استفاده از این دو مؤلفه و چشم‌پوشی از سایر مؤلفه‌ها تنها موجب از دست رفتن بخش ناچیزی از تغییرات شده و بدین لحاظ ترسیم بای پلات بر اساس دو مؤلفه اول و دوم صورت گرفت (شکل ۱). در فضای بای‌پلات ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مشخصی قرارگرفتند که مرتبط با میانگین عملکرد و تحمل آن‌ها به کمبود آب است. جدول ۲ نشان می‌دهد که مؤلفه اول درصد بالایی از کل تغییرات را شامل می‌شود(۷۱/۴۹درصد). این مؤلفه هم‌بستگی مثبت و نسبتاً بالایی را با عملکرد در شرایط تنش رطوبتی شدید و ملایم و شاخص‌های GMP،MP، HM و STI نشان داد که شاخص‌های مرتبط با عملکرد را در برمی‌گیرد و بنابراین، این مؤلفه به عنوان مؤلفه پتانسیل عملکرد نامگذاری می‌شود. این مؤلفه ژنوتیپ‌های دارای پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به خشکی را از ژنوتیپ‌هایی با میانگین عملکرد پایین و حساس را جدا می‌کند. ژنوتیپ‌های انتخاب شده براساس این مؤلفه دارای SSI و TOL پایین هستند. دومین مؤلفه ۲۸/۱۸ درصد از تغییرات کل داده‌ها را تفسیر نموده و با عملکرد در شرایط تنش هم‌بستگی منفی و با شاخص‌های TOL و SSI هم‌بستگی مثبت و بالایی داشت. بنابراین، این مؤلفه را می‌توان مؤلفه حساسیت به خشکی نامگذاری کرد، زیرا این مؤلفه قادر به جداسازی ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در شرایط تنش و مقادیر بالای TOL و SSI می‌شود. با توجه به دو مؤلفه اول و دوم، ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مشخص قرار می‌گیرند که مرتبط با میانگین عملکرد دانه و تحمل به تنش آن‌ها است. نمودار بای‌پلات (شکل۱) نشان دادکه ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۳ و ۴ در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مهم تحمل به خشکی و گرما

Archive of SID

www.SID.ir

یعنی MP، GMP، HM و STI قراردارند. ژنوتیپ‌های شماره ۲ و ۵ در مجاورت بردارهای مربوط به شاخص‌های مهم تحمل به خشکی قرار نداشتند و بیشتر به سمت بردارهای SSI و TOLتمایل داشتند، بنابراین، این ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ‌های حساس به خشکی می‌باشند. ژنوتیپ‌های شماره ۱۷ و ۱۲در بین شاخص‌های مهم تحمل به خشکی و شاخص‌های حساسیت به خشکی (SSI و TOL) قرار داشتند. بنابراین، این ژنوتیپ‌ها نیمه‌حساس به خشکی می‌باشند. به‌طورکلی، می‌توان این نحوه توزیع لاین‌ها در فضای بای‌پلات را حاکی از وجود تنوع ژنتیکی لاین‌ها نسبت به خشکی دانست. هم‌چنین، نمودار بای‌پلات زاویه بین شاخص‌های انتخابی MP، GMP، HM و STI را حاده نشان می‌دهد که دلالت بر وجود هم‌بستگی بالا بین این شاخص‌ها است. وجود همبستگی بالا بین دوشاخص TOL و SSI نسبت به سایرشاخص‌ها نیز در نمودار بای‌پلات مشهود است. استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نمودار بای‌پلات برای انتخاب ارقام متحمل نخود (فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۰) و لوبیا(فرناندز، ۱۹۹۲) موردتوجه قرارگرفته است.

نمودار دندروگرام(فنوگرام)گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مختلف گندم بوسیله تجزیه خوشه‌ای با روش ادغام نزدیک‌ترین همسایه‌ها در شکل ۲ نمایش داده شده است. ژنوتیپ‌های گندم بر مبنای عملکرد در شرایط تنش شدید رطوبتی (Ys)، تنش رطوبتی ملایم (Yp)، میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، میانگین هارمونیک (HM)، شاخص تحمل (TOL) و شاخص تحمل به تنش (STI) با استفاده ازتجزیه خوشه‌ای(کلاستر) گروه‌بندی گردیدند. با توجه به شاخص‌های یاد شده ژنوتیپ‌های گندم در چهار گروه جداگانه قرار گرفته و با استفاده ازتجزیه خوشه‌ای مورد تأیید قرار گرفتند. هدف از تجزیه خوشه‌ای شناسایی ژنوتیپ‌هایی از گندم بوده که دارای بیشترین فاصله ژنتیکی با یکدیگر از نظر معیارهای مذکور بودند. با در نظر گرفتن فاصله ۵/۵ به عنوان نقطه ادغام ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۴ به‌تنهایی در یک گروه مجزا قرار گرفتند و این گروه به‌دلیل داشتن مقادیر بالایی از شاخص‌های مهم تحمل به خشکی به عنوان گروه متحمل به خشکی انتخاب شدند. ژنوتیپ‌های شماره ۲، ۳، ۱۱، ۱۲ و ۱۷ به دلیل داشتن مقادیر کمتر شاخص‌های تحمل به خشکی در گروه دوم قرارگرفته و حساس به خشکی می‌باشند. همچنین براساس دندروگرام (شکل۲) ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۵ و ۱۶ ژنوتیپ‌های نیمه‌حساس به خشکی بوده و در گروه سوم جای گرفتند و ژنوتیپ‌های شماره ۹، ۱۰، ۱۳، ۱۴ و ۱۸ که دارای مقادیر نسبتاً بالایی از شاخص‌های تحمل به خشکی می‌باشند در گروه چهارم جای گرفته و نیمه مقاوم به خشکی هستند. لذا با توجه به فاصله ژنتیکی (Distance Genetics)ژنوتیپ‌های حساس و مقاوم به خشکی می‌توان جهت انجام مطالعات ژنتیکی موردنیاز به این معیارها ازدورگ‌گیری بین ژنوتیپ‌ها استفاده نمود. این روش گروه‌بندی بر مبنای MP، TOL و STI توسط فرشادفر و همکاران (۱۳۸۰) و بر مبنای STI، MP، GMP و HM در لاین‌های نخود توسط فرشادفر و همکاران (۱۳۸۰)، سوری و همکاران(۱۳۸۴) و در گندم توسط اسپیترز و همکاران(۲۰۰۶)[1] مورد مطالعه قرارگرفت. بنابراین

۱- Spiertz, Harmer, XUH, Primo-Martinc and Van der Putten, 2006.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری می‌شود که برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی بهتر است از شاخص‌های GMP، HM، STI و MP استفاده شود و برای شناسایی ژنوتیپ‌های پرمحصول (بدون توجه به میزان تحمل به خشکی) از شاخص‌های GMP، STI، MP و TOL استفاده گردد و برای شناسایی ژنوتیپ‌های پرمحصول و متحمل به خشکی از شاخص‌های GMP، STI و MP استفاده شود.

منابع

اهدایی،ب. ۱۳۷۲. انتخاب برای مقاومت به خشکی در گندم. مقالات کلیدی اولین کنگرهٔ زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. ۱۵ صفحه.

رادمهر،م.غ.، ع.لطفعلی آیینه، و ع.ر.کجباف. ۱۳۷۵. بررسی اثرات تنش گرما بر صفات زراعی، عملکرد دانه و اجزای آن در ۲۵ ژنوتیپ گندم نان. مجله نهال و بذر، ۱۲ (۱): ۲۳-۱۳.

رجبی،ر.، و ک.پوستینی. ۱۳۸۵. اثرات شوری برکاهش عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیکی ۳۰ رقم گندم. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی ایران، ۲۶(۱): ۱۵۳-۱۶۴.

سمیع‌زاده لاهیجی،ح. ۱۳۷۵. بررسی تنوع فنوتیپی وژنوتیپی صفات کمی وکیفی و همبستگی آنها با عملکرد نخود سفید. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

سنجری،ا.ق. ۱۳۷۷. ارزیابی منابع تحمل به خشکی و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های گندم در مناطق نیمه‌خشک کویر. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران،کرج. صفحه ۲۲۴.

سوری،ج.، ح.دهقانی، و س.ح.صباغ‌پور. ۱۳۸۴. ارزیابی تحمل به خشکی لاین‌های پیشرفته نخود در شرایط معتدل آب و هوایی کرمانشاه. علوم کشاورزی ایران ۳۶(۲): ۲۰۳-۲۵۶.

شفازاده،م.، ا.یزدان‌سپاس، ا.امینی، و م.ر. قنادها. ۱۳۸۳. بررسی تحمل به خشکی آخر فصل در ژنوتیپ‌های امیدبخش گندم زمستانه و بینابین با استفاده از شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش. مجله نهال و بذر، ۲۰(۱): ۵۷-۷۱.

فرشادفر،ع.، م.ر.زمانی، م.مطلبی، و ع.ع.امام جمعه. ۱۳۸۰. انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین‌های نخود. مجله علوم کشاورزی ایران. (۳۲): ۷۶-۶۵.

قاجار سپانلو،م.، ح.سیادت، م.میرلطیفی، و س.خ.میرنیا. ۱۳۷۹. اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و کارایی مصرف آب و مقایسه چند شاخص مقاومت به خشکی در چهار رقم گندم. خاک و آب ۱۲(۱۰):۷۵-۶۴.

کانونی،ه. ۱۳۷۷. بررسی و تجزیه علیت صفات موثر بر عملکرد دانه در ارقام نخود تحت شرایط دیم استان لرستان. چکیده مقالات کنگره زراعت و اصلاح نباتات. ص ۳۲۹. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال کرج.

Archive of SID

www.SID.ir

کشاورز،ع.، م.جلال کمالی، ع.دهقانی، م.حمیدنژاد، ب.صدری، ا.حیدری، و م.محسنین. ۱۳۸۱. طرح افزایش عملکرد و تولید گندم آبی و دیم کشور ۹۰-۱۳۸۱. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.کرج.

گل‌پرور،ا.ر. ۱۳۷۹. ارزیابی تعدادی از ژنوتیپ‌های گندم در دو محیط بدون تنش و تنش خشکی و تعیین بهترین صفات گزینش در دو محیط. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح‌نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.

محمدی،م. ۱۳۸۰. اثر تنش گرما بر اجزای عملکرد دانه و شناسایی ارقام متحمل گندم. نهال و بذر. جلد ۱۷. شماره ۴.

محمدی،م.، و ر.کریمی‌زاده. ۱۳۸۷. شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل و پرمحصول گندم نان در شرایط گرم و خشک. دهمین کنگره ژنتیک ایران. دانشگاه علوم پزشکی ایران. تهران.

نارکی،ف. ۱۳۷۷. بررسی اثرات فرمول کودی و تراکم بذر بر عملکرد گندم دوروم سیمره (Omrabi5). شماره ثبت: ۷۷/۳۱۷.

نورمند موید،ف. ۱۳۷۶.بررسی تنوع صفات کمی و رابطه آنها با عملکرد گندم نان در شرایط دیم و آبی و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

نورمند موید،ف.، م.ع.رستمی، و م.ر.قنادها. ۱۳۸۰. ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی درگندم نان. مجله علوم کشاورزی ایران ۳۲ (۴): ۷۹۵-۸۰۵.

نیکخواه،ر.ا.، ع.کوچکی، و ا.یزدان‌سپاس. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی آخر فصل روی عملکرد دانه و برخی صفات مورفولوزیکی در ژنوتیپ‌های گندم. مجله علوم زراعی ایران. ۸ (۱): ۱۴-۲۹.

یوسفی،آ.، و ع.رضایی. ۱۳۸۶. ارزیابی تحمل به خشکی در لاین‌های گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴۲ (۱): ۱۲۳-۱۳۴.

Baker,R.J. 1994. Breeding methods and selection indices for improved tolerance to biotic and abiotic stresses in cool season food legumes Euphytica 73: 49-59.

Blum,A. 1988. Plant Breeding for Stress Environments. CRC press, Boca Raton, FL. pp 38-78

Fernandez,G.C.J. 1992. Effective Selection Criteria for Assessing Plant Stress Tolerance. In: C.G. Kuo. (eds), Adaptation of food crops to temperature and water-stress, AVRDC, Shanhua, Taiwan. pp. 257-270.

Fischer,R., and R.Mourer. 1987. Drought resistant in spring wheat cultivar. I. Grain responses. Australian Journal of Agriculture research 29: 895-97.

Jensen,N.F. 1988. Plant breeding methodology, Cornell university. New York. John Wiley: 379-380.

Archive of SID

www.SID.ir

Khalili,M., H.Kazemi, and M.R.Shakiba. 2004. Evaluation of drought tolerance indices in different growth stages of maize genotypes The 8thIranian Crop Protection and Breeding Congress. Aug. 25-27,2004., Guilan University. Rasht, Iran. pp.41. (In Persian).

Kristin,A.S., R.R.Serna, F.I.Perez, B.C.Enriquez, J.A.Gallegos, P.R.Vallejo, N.Wassimi, and J.D.Kelley. 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.

Quisenberry,J.E. 1982. Breeding for drought resistance and plant water use efficiency. In: M.N. Christiansen and C.P. Lewis. (eds.), Breeding plants for less favorable environments Wiley Inter sciences. New York, USA. pp 193-212.Rajaram, S. 2005. Role of conventional plant breeding and biotechnology in future wheat production. Turk. Agric. 29:105-111.

Ramirez,V.P., and J.D.Kelly. 1998. Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127-136.Sands, D. M. 1986. Farming system research: Clarification farms and concepts. EXP. Agric.22:87-104.

Rosille,A.A., & J.Hambilin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crop Sci. 21: 43-46.

Slafer,G., J.Araus, C.Royo, and L.G.Morol. 2005. Promising ecophysiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. Annals of. Biology. 146:61-70.

Spiertz,J.H.J., R.J.Harmer, H.XU, C.Primo-Martinc C.Don, and P.EL.Van der Putten. 2006. Heat stress in wheat. effects on grain weight and quality within genotypes. Europ. J. Agr. 29:89-95.

Srivastava,JP., E.Acevedo, S.Varma and E.Porceddu. 1987. Drought tolerance in winter cereal. John Wiley. Chapter 6: 79-87

Trethowan,R., and W.Pfieffer. 1999. Challenges and future strategies in breeding wheat for adaptation to drought stress environments. http://www.cimmyt. org / ABC/Map/ research -tools-results/wsmolecular.

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

Archive of SID

www.SID.ir