Archive of SID

مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد سوم، شماره دوم، تابستان ۸۹
۹۷-۱۱٤
ejcp.gau@gmail.com

تعیین کروموزوم‌های حامل ژن‌های کنترل‌کننده ویژگی‌های کمی مرتبط با تحمل به خشکی در گندم نان با استفاده از لاین‌های جایگزین

*سیدصادق موسوی[۱]، سعداله هوشمند[۲]، شهرام محمدی[۲] و محمود خدامباشی[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

[۲]عضو هیات‌علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

چکیده

برای شناسایی ژن‌های کنترل‌کننده صفات در محیط تنش و بدون تنش، گام اول شناسایی کروموزوم‌های حامل این صفات می‌باشد. به‌منظور شناسایی کروموزوم‌های کنترل‌کننده مقاومت به خشکی و تعیین شاخص‌های تحمل به خشکی مناسب، لاین‌های جایگزین کروموزومی گندم هوپ در زمینه ژنتیکی بهاره چینی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو شرایط تنش و بدون تنش آبی مورد ارزیابی قرار گرفتند. برمبنای عملکرد دانه در شرایط بدون تنش آبی (Yp) و تنش آبی (Ys) شاخص‌های میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل تنش (STI) برآورد گردیدند. لاین‌ها از نظر ویژگی‌های مورد مطالعه در هر دو شرایط اختلاف معنی‌داری نشان دادند، که دلالت بر امکان تعیین ژن‌های کنترل‌کننده این صفات بر کروموزوم‌های مربوطه دارد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین ژن‌های کنترل‌کننده عملکرد دانه و اجزاء آن در شرایط تنش آبی بر روی کروموزوم های 6A، 7A، 3D، 2B، 7D و7B قرار دارند. تحلیل همبستگی بین شاخص‌ها و میانگین عملکرد در دو محیط نشان داد مناسب‌ترین شاخص‌ها برای انتخاب لاین‌ها سه شاخص MP، GMP و STI می‌باشد. نتایج نمودارهای بای‌پلات و سه‌بعدی نشان داد که بیشتر ژن‌های کنترل‌کننده شاخص‌های تحمل ذکر شده بر روی کروموزوم‌های 6B، 4D، 7A، 7B، 7D، 6A، 2B،3D و 1A قرار دارند. تجزیه خوشه‌ای نشان داد که لاین‌های 6A، 7A، 3D، 4D، 7D، 7B، 2B و هوپ در یک گروه قرار گرفته‌اند لذا می‌توان از آنها برای اصلاح ژنتیکی تحمل به خشکی در گندم بهره جست.

واژه‌های کلیدی: تحمل به خشکی، شاخص‌های تحمل به خشکی، گندم، لاین‌های جایگزین کروموزومی.

*- مسئول مکاتبه: sadeghmosavifard@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کمبود آب مهمترین فاکتور کاهش عملکرد در نواحی نیمه‌خشک می‌باشد (کریگوی و همکاران، ۲۰۰٤). همبستگی مثبت بین عملکرد ژنوتیپ‌ها و شرایط آبیاری نقطه شروع برای تعیین ویژگی‌های مرتبط با تحمل به خشکی بوده است (قسم‌پور و کیانیان، ۲۰۰۷). با توجه به کاهش بارندگی‌های سالانه و افزایش خشکی و دمای هوا، ایجاد ارقام متحمل و دارای پتانسیل عملکرد بالا برای اصلاحگران اهمیت بسیاری دارد (کوواری وهمکاران، ۱۹۹۹).

اطلاع از کنترل ژنتیکی یک صفت کمی مثل تحمل به خشکی پیش‌نیاز تعیین روش اصلاحی، پی‌بردن به ژنتیک هتروزیس، انجام عمل انتخاب در نسل‌های مناسب و تولید ارقام خالص یا هیبرید در یک برنامه اصلاحی است. لذا مطالعه ساختار ژنتیکی صفات کمی توسط روش‌های آماری، سیتوژنتیکی و مولکولی مورد بحث قرار گرفته است (اسکیدج و همکاران، ۲۰۰۰).

نظر به این که ساختار یک صفت کمی در هر فرد و ظهور فنوتیپ آن به شدت تحت تاثیر عوامل محیطی است، لذا یکی از موانع اطلاع از کنترل صفات کمی وجود اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط است (کواری، ۲۰۰۵). بنابراین آزمایش نهایی برای پی بردن به ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی پی‌بردن به وضعیت عملکرد آن‌ها در شرایط خشک است (اهدایی، ۱۹۹۳). با توجه به این مطالب کمی‌کردن شاخص‌های تحمل به خشکی باید بر مبنای عملکرد دانه در شرایط خشک صورت گیرد (فیشر و موریر، ۱۹۷۸). شاخص‌های کمی متعددی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها برمبنای وضعیت عملکرد آنها در محیط‌های دارای تنش و بدون تنش پیشنهاد شده است که بر مبنای آنها ژنوتیپ‌ها در شرایط یکنواخت در دو رژیم آبی و تنش آبی مقایسه می‌شوند (فرناندز، ۱۹۹۲؛ کریستین و همکاران، ۱۹۹۷؛ هیتالمانی و همکاران، ۲۰۰۳).

در طول دو دهه گذشته مطالعات زیادی در گندم با استفاده از لاین‌های جایگزین صورت گرفته است که در نهایت منجر به شناسایی کروموزوم‌هایی شده است که در پاسخ به خشکی و دیگر تنش‌های غیرزنده نقش داشته‌اند. از این یافته‌ها در بهبود عملکرد گندم در شرایط تنش استفاده می‌شود (کتیویلی و همکاران، ۲۰۰۲؛ کردنیج، ۲۰۰۸). یکی از روش‌های تعیین محل‌های کروموزومی شاخص‌های تحمل به خشکی استفاده از روش‌های سیتوژنتیکی مانند تجزیه مونوزومی و تجزیه لاین‌های جایگزین شده کروموزومی می‌باشد (اهدایی، ۱۹۹۳؛ معروفی، ۱۹۹۸). از لاین‌های جایگزین شده کروموزومی برای مطالعه اثرات انفرادی کروموزوم‌ها یا ژن‌ها در ژنوتیپ‌های دارای زمینه ژنتیکی

www.SID.ir

Archive of SID

متفاوت استفاده شده است (فرشادفر و همکاران، ۱۹۹۵). این لاین‌ها خصوصاً برای تعیین محل ژن‌های کنترل‌کننده صفات کمی (QTLs) بسیار مفید هستند (کردنیج، ۲۰۰۸). لاین‌های جایگزین شده کروموزومی دارای ثبات بیشتری نسبت به لاین‌های مونوزومی و تری‌زومی هستند (فرشادفر، ۱۹۹۸).

با استفاده از لاین‌های جایگزین شده کروموزومی گندم بهاره چینی و کاپلی ژن‌های کنترل‌کننده صفات فیزیولوژیک مربوط به تحمل به خشکی مثل میزان آب نسبی برگ، میزان آب از دست رفته برگ و شاخص حساسیت به خشکی بر روی کروموزوم‌های 1A، 5A، 7A، 4B، 5B، 1D، 3D و5D شناسایی شده‌اند (فرشادفر و همکاران، ۱۹۹۵). از لاین‌های جایگزین شده کروموزمی برای شناسایی ژن‌های کنترل‌کننده تحمل به شوری در گندم نیز استفاده شده است و کروموزوم‌های 5A و 5D به‌عنوان حاملین ژن‌های کنترل‌کننده تحمل به شوری معرفی شده‌اند (کینگ و همکاران، ۱۹۹٦؛ کوبنر و همکاران، ۱۹۹٦). برای اصلاح عملکرد و سایر صفات زراعی نیز از لاین‌های جایگزین‌شده کروموزومی استفاده شده است (الیس و همکارن، ۱۹۹٦). با استفاده از ۲۱ مونوزومی واریته برسی در شرایط مزرعه معلوم شده است که کروموزوم‌های 1A، 3B، 2A، 5A، 7A و 7D در وزن هزار دانه مؤثر هستند و در آزمایش دیگری با استفاده از لاین‌های جایگزین واریته هوپ در گندم بهاره چینی کروموزوم‌های 1B، 3A، 4A، 5B، 6A و 7B حامل ژن‌های مؤثر در وزن هزار دانه شناخته شدند (لاو، ۱۹٦۵). کرموزوم‌هایی که حامل ژن‌های تاریخ خوشه‌دهی هستند در ارقام مختلف متفاوت هستند و به طور کلی نزدیک به تمام ۲۱ کروموزوم در ارقام مختلف، مرتبط با این صفت گزارش شده‌اند. در واریته برسی ژن‌های خوشه‌دهی روی کروموزوم‌های 2A، 2B، 3A، 4B، 5D و 7A قرار دارند (لاپتون، ۱۹۸۷).

با استفاده از رگه‌های جایگزین کروموزومی رقم تاچر و هوپ در گندم بهاره چینی کروموزوم‌های کنترل‌کننده صفاتی مثل عملکرد، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و ارتفاع تعیین گردیده است (دشتی و همکاران،۲۰۰۱). با استفاده از رگه جایگزین کروموزوم 7B از رقم هوپ در گندم بهاره چینی و تلاقی این رگه با والد دریافت‌کننده، ثابت شده است دو ژن روی کروموزوم 7B وجود دارند که در ظهور خوشه موثر هستند و این کروموزوم دارای ژن دیگری به نام Pc است که باعث رنگ ارغوانی ساقه در هوپ می‌شود (لاو، ۱۹٦۵).

www.SID.ir

Archive of SID

کیندورس و همکاران (۲۰۰۹) از لاین‌های جایگزین گندم دوروم لنگدون (Langdon-durum) در زمینه ژنتیکی *T. dicoccoides* برای تعیین کروموزوم‌های حامل ژن‌های میزان بالای پروتئین دانه استفاده نمودند و گزارش کردند که کروموزوم‌های 1A، 2A، 5B و7Bحامل این ژن‌ها می‌باشند. موتس‌نی و همکاران (۲۰۰۹) از لاین‌های جایگزین‌شده برای تعیین ویژگی‌های خاص یک کروموزم استفاده نمودند.

این تحقیق به منظور تعیین کروموزم‌های حامل ژن‌های کنترل کننده شاخص‌های تحمل به خشکی با استفاده از لاین‌های جایگزین شده کروموزومی گندم هوپ در زمینه ژنتیکی گندم بهاره چینی در سال ۱۳۸۷ به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور تعیین کروموزوم‌های حامل ژن‌های کنترل‌کننده شاخص‌های تحمل به خشکی در گندم، سری کامل دی‌زومی لاین‌های جایگزین شده کروموزومی گندم هوپ به‌عنوان والد دهنده کروموزوم در زمینه ژنتیکی گندم بهاره چینی (شامل ۲۱ ژنوتیپ جایگزین به همراه دو والد) در یک طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار تحت دو آزمایش جداگانه تنش و بدون تنش آبی در یک آزمایش گلدانی در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد ارزیابی گردیدند. ژنوتیپ‌های 4A و 5A در آزمایش تحت تنش آبی از بین رفتند. کاشت بذر در اسفند ۱۳۸٦ صورت گرفت و از هر ژنوتیپ سه عدد بذر در گلدان‌هایی به قطر دهانه ۲۵ سانتیمتر به عنوان یک واحد آزمایشی کشت گردید.

اعمال تنش از مرحله خوشه‌دهی آغاز گردید. به‌دلیل حساس بودن لاین‌های جایگزین و جلوگیری از عدم تشکیل بذر، آبیاری به‌صورت هر هفت روز یک بار صورت گرفت. اما قبل از مرحله گلدهی در هر دو تیمار تنش و بدون تنش، آبیاری بصورت هر ۳ روز یک‌بار انجام شد. این کار در آزمایش بدون تنش تا برداشت بذر به همان روال قبلی انجام گرفت. در آزمایش مذکور صفات طول خوشه، وزن خوشه‌های اصلی و فرعی، عملکرد دانه در شرایط بدون تنش، عملکرد دانه در شرایط تنش، تعداد دانه در خوشه‌های اصلی و فرعی، ارتفاع بوته، شاخص برداشت، وزن دانه در خوشه اصلی و فرعی اندازه‌گیری شده است. با استفاده از عملکرد گیاهان در شرایط بدون تنش و شرایط تنش شاخص‌های تحمل به خشکی به شرح ذیل محاسبه گردید:

www.SID.ir

Archive of SID

۱- شاخص تحمل (TOL)

$$TOL = Y_P - Y_S$$

۲- شاخص بهره‌وری متوسط (MP) (روزیل و همبلینگ، ۱۹۸۱).

$$MP = \frac{Y_S + Y_P}{2}$$

در این فرمول‌ها Ys عملکرد دانه در شرایط تنش آبی است و Yp عملکرد دانه در شرایط بدون تنش آبی است.

۳- شاخص حساسیت به تنش (SSI) (فیشر و موير، ۱۹۷۸).

$$SI = 1 - (\frac{\overline{Y}_S}{\overline{Y}_P}) \quad \text{و} \quad SSI = \frac{1 - (\frac{Y_s}{Y_P})}{SI}$$

در این فرمول SI، شدت تنش، $\overline{Y}_S$ میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط تنش و $\overline{Y}_P$ میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش است.

۳- شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)

$$GMP = \sqrt{(Y_S)(Y_P)}$$

٤- شاخص تحمل تنش (STI) (فرناندز،۱۹۹۲؛ کریستین و همکاران، ۱۹۹۷).

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

نمودار سه بعدی رابطه بین سه متغییر Yp، Ys و یکی از شاخص‌های تحمل به خشکی بدست آمده یعنی، STI، MP و GMP را نشان می‌دهد (فرناندز، ۱۹۹۲؛ نورمند مؤید، ۱۹۹۷). با توجه به این سه معیار لاین‌های جایگزینی به چهار گروه A، B، C و D تقسیم شدند:

گروه A- ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط بدون تنش و تنش.

گروه B- ژنوتیپ‌های دارای عملکرد بالا در محیط بدون تنش.

گروه C- ژنوتیپ‌های دارای علمکرد بالا در محیط تنش.

گروه D- ژنوتیپ‌های دارای عملکرد پایین در هر دو محیط بدون تنش و تنش.

www.SID.ir

Archive of SID

به‌منظور انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل مربعات از نرم‌افزار SAS و برای تجزیه همبستگی، تجزیه مؤلفه‌های اصلی، نمودارهای سه‌بعدی و نمودار بای‌پلات از نرم‌افزار آماری STATISTICA 6.0 استفاده شد.

محل برش و تعیین تعداد خوشه‌ها بر اساس روش روش MANOVA انجام گردید و محلی که بیشترین مقدار F را نشان داد به عنوان محل برش تعیین گردید (سرخه و همکاران، ۲۰۰۷).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌دار ($P<0/01$) بین لاین‌های جایگزین‌شده کروموزومی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه وجود دارد که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی بین لاین‌ها از نظر صفات مورد نظر است. به‌علاوه از آنجا که در هر ژنوتیپ یک کروموزوم جایگزین شده است لذا می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که کروموزوم‌های والد دهنده سبب تنوع در زمینه ژنتیکی والد گیرنده شده‌اند. وجود تنوع ژنتیکی بین لاین‌های جایگزین‌شده کروموزومی از نظر صفات وزن دانه و عملکرد توسط الیس و همکاران (۱۹۹۶) مورد تایید قرار گرفته است. مقایسه میانگین لاین‌ها در جدول ۱ و ۲ آمده است. مقایسه میانگین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش بین ۰/۸۷ گرم در هر بوته برای لاین 3A تا ۱/۴۲ گرم برای لاین جایگزین 1A متغییر بود. بین گندم هوپ و گندم بهاره چینی از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. نظر به این که لاین‌های جایگزین 7D 6A، 2B، 4D، 1A،3D و 7A با والد دهنده در یک گروه قرار گرفته‌اند و با والد گیرنده نیز اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارند لذا می‌توان گفت که با احتمال ۹۵ درصد ژن‌های کنترل‌کننده عملکرد دانه در شرایط بدون تنش بر روی کروموزوم‌های 7D، 6A، 2B، 4D، 3D، 1A و7A قرار گرفته‌اند. بیشترین عملکرد دانه در شرایط تنش متعلق به لاین‌های 3D، 2B ، 6A، 7D، 7B و 7A بود. واریته هوپ دارای عملکرد بیشتری از واریته بهاره چینی بود. علت این برتری را می‌توان به کروموزوم‌های 3D، 2B، 5D، 7D 6A، 7B و7A منتسب کرد.

در شرایط تنش بیشترین تعداد دانه در سنبله اصلی متعلق به لاین 4D و بیشترین تعداد دانه در سنبله فرعی متعلق به لاین 3D بود. بیشترین وزن خوشه اصلی در شرایط تنش به لاین 4D و در خوشه فرعی به لاین 7D متعلق بود. در شرایط تنش بیشترین وزن دانه در سنبله اصلی و فرعی به‌ترتیب متعلق به لاین 4D و3D بود. از نظر وزن خوشه اختلاف معنی‌داری بین لاین‌ها مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

از نظر بقیه صفات ذکرشده اختلاف معنی‌داری بین دو لاین والدی وجود نداشت. وجود ژن‌های کنترل‌کننده عملکرد و اجزای عملکرد بر روی کروموزوم 7A توسط فرشادفر و همکاران (۱۹۹۵) و کواری و همکاران (۲۰۰۶) و کروموزوم 4B توسط الیس و همکاران (۱۹۹۶) مورد تایید قرار گرفته است. وجود ژن‌های کنترل‌کننده عملکرد و اجزاء عملکرد تحت شرایط خشکی بر روی کروموزوم‌های 4D و 7A توسط کردنیج (۲۰۰۸) گزارش شده است.

از شاخص‌های متعددی برای انتخاب ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش استفاده می‌شود. برای تعیین بهترین شاخص تحمل، ضریب همبستگی بین این شاخص‌ها و عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش محاسبه گردید (جدول۳). عملکرد دانه در شرایط بدون تنش با شاخص‌های MP، GMP و STI همبستگی مثبت و معنی‌دار ($P<0/001$) نشان داد، لذا می‌توان آن‌ها را به عنوان شاخص‌های برتر معرفی نمود. مقدار شاخص تحمل تنش (STI)، میانگین بهره‌وری (MP) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) در واریته هوپ بیشتر از گندم بهاره چینی است. بنابراین بین این دو واریته از نظر شاخص تحمل به خشکی تنوع وجود دارد. علت این برتری را می توان به کروموزوم‌های 3D، 2B، 5D، 6A، 7D، 7B و 7A نسبت داد.

انتخاب شاخص میانگین هندسی در غربال کردن لاین‌های مقاوم بهخشکی در نخود توسط امام جمعه (۱۹۹۹) و در لاین‌های جایگزین شده کروموزومی در گندم توسط معروفی (۱۹۹۸) مورد تایید قرار گرفت. کریستین و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه بر روی ارقام لوبیا شاخص GMP را به‌عنوان شاخص مطلوب انتخاب نمود. گل‌آبادی و همکاران (۲۰۰۶) از شاخص‌های MP، STI و GMP برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در گندم دوروم استفاده نمودند. ملکی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی ۱۲ ژنوتیپ گندم نان تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی نشان دادند که شاخص‌های MP، STI و GMP دارای بیشترین همبستگی با عملکرد دانه هستند و می‌توانند برای گزینش واریته‌های متحمل به خشکی استفاد شوند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقایسات میانگین صفات مورد بررسی در شرایط بدون تنش آبی

ژنوتیپ	طول بوته (سانتی‌متر)	طول خوشه (سانتی‌متر)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه بدون تنش (گرم در بوته)	وزن دانه در سنبله فرعی (گرم در خوشه)	وزن دانه در سنبله اصلی (گرم در خوشه)	تعداد دانه در سنبله فرعی	تعداد دانه در سنبله اصلی	وزن خوشه فرعی (گرم در خوشه)	وزن خوشه اصلی (گرم در خوشه)	عملکرد بیولوژی (گرم در بوته)
۱A	٦٢/٠a-d	٥/٨٨f-i	٢٣/٠٧٤b	١/٤٢٠a	٠/٦٣٦a	٠/٧٨٣b-e	٢٨/٣a	٣٢/٠b-e	٠/٨٨٦a	١/٠٧٠b-e	١/٦٦e-i
۱B	٦٤/٥a-d	٦/١٠d-i	٢٠/٠٣bcd	١/٠٩٦cd	٠/٣٨٠d-h	٠/٧١٦d-g	١٧/٦g-j	٣٤/٠bc	٠/٥٧٦d-g	١/٠٠٦c-g	٥/٤٩ij
۱D	٥٩/١٦d	٥/٨٨f-i	١٦/٥٧c-f	١/٠٧٠cde	٠/٣٨٦c-h	٠/٦٨٣efg	٢١/٣d-h	٢٩/٣c-f	٠/٥٩٣c-f	٠/٩٥٦e-h	٦/٤٥c-g
۲A	٦٦/٦٢a-d	٦/٢٢c-i	١٨/٦١cde	١/٠٨٥cde	٠/٤٦٥b-f	٠/٦٢٠f-i	٢٥/٠a-d	٣٢/٠b-e	٠/٦٨٥bcd	٠/٨٩٠g	٥/٨٧ghi
۲B	٦٨/٤١a	٦/٣٨c-h	١٤/٠٥f	١/٢٩٦ab	٠/٨٦٦٦bc	٠/٨١٠bcd	٢٠/٦d-h	٣٧/٦ab	٠/٧٧٦b	٠/٩١٣g	١/١٢٨abc
۲D	٦٤/٣٣a-d	٦/٥١b-f	١٨/٠٨c-f	٠/٩١٠efg	٠/٢٩٦h-k	٠/٦١٣ghi	٢٦/٦ab	٢٨/٦c-f	٠/٥٢٠e-i	٠/٩١٣g	٠/٩٠١j
۳A	٦٦/٨٣abc	٥/٨٣hij	١٤/٣٣f	٠/٨٧٣g	٠/٢٤٣jk	٠/٦٣٠f-i	٢٠/٣e-h	٢٨/٦c-f	٠/٤٣٠ij	٠/٩٨٣d-g	٦/٠٩e-i
۳B	٦٥/٦٢a-d	٦/٣٠c-i	١٤/٩٠ef	٠/٩٨٠d-g	٠/٣٦٣f-i	٠/٦١٦f-i	٣٣/٦b-e	٤٣/٠e-h	٠/٥٥٣e-h	٠/٩٠٣g	٦/٥٨c-f
۳D	٦٢/ ٢٥a-d	٦/٣٥c-h	١٧/١٩c-f	١/٢٥٢bc	٠/٣٦٣f-i	٠/٨٣٦abc	٢٠/٠e-h	٤٢/٠a	٠/٥٥٦e-h	٠/٩٦٦bcd	١/٠٩٦bcd
٤A	٦٤/٤١a-d	٥/٩٦e-i	١٦/٧٩c-f	١/٠٤٣c-g	٠/٣٧٣e-h	٠/٦٧٠efg	٢٦/٣abc	٣١/٣dce	٠/٥٨٣c-g	٠/٩٣٦fg	٦/٢٢d-h
٤B	٦١/٦٥a-d	٦/٢٣c-i	١٤/٣٧f	٠/٩٨٦d-g	٠/٣٤٣g-j	٠/٦٤٣fgh	١٨/٠g-j	٢٨/٣c-f	٠/٥٤٣e-h	٠/٩١٣g	٦/٩٠bcd
٤D	٦٤/٤١a-d	٥/٦٥ij	١٦/٠def	١/٢٢٢bc	٠/٣٤٣g-j	٠/٦٤٠fgh	٢١/٠d-h	٢٩/٣c-f	٠/٥٤٤e-i	٠/٩٤٦fg	٦/١٤e-i
٥A	٥٠/٧٥٠e	٤/٨٠k	١٥/٧٤ef	٠/٨٨٣fg	٠/٣٣٢f-i	٠/٥٢٠i	١٦/٠ij	٢٧/٠ef	٠/٥٥٠e-h	٠/٧٠٣h	٥/٦٦hij
٥B	٦٤/٢٥a-d	٥/٨٠ghi	١٥/٤٩ef	٠/٩٦٠d-g	٠/٢٣٠k	٠/٣٠٠c-f	١١/٠k	٣٠/٠cde	٠/٣٨٠g	٠/٩٩٦d-g	٦/٢٤d-h
٥D	٦٧/٣٣ab	٦/٦١a-d	١٥/١٣ef	١/٠٤٢c-g	٠/٢٦٦ijk	٠/٦٤٣fgh	١٧/٠hij	٣١/٦b-e	٠/٤٨٣f-j	٠/٩٨٦d-g	٠/٩٠١f-i
٦A	٦٠/١٦٧bcd	٦/٦١a-e	٢٠/٠٥٧bc	١/٢١٠bc	٠/٣٣٦j-k	٠/٨٨٣ab	١٥/٣jk	٣٣/٠bcd	٠/٦٨٣bcd	٠/٩٨٦d-g	٠/٨٨f-i
٦B	٦٨/٤٤a	٧/٢٥a	١٦/٧٥c-f	١/١٤٠bcd	٠/٥١٣b	٠/٦٢٦f-i	٢٢/٦b-f	٢٨/٠c-f	٠/٧٧٣b	٠/٦٠٦cde	٦/٧٧cde
٦D	٦٤/٠٨a-d	٦/٨٠abc	٢٨/٩٥a	١/٠١٠d-g	٠/٤٧٣b-e	٠/٥٣٦hi	٢٢/٦b-f	٢٧/٣def	٠/٦٠٦cde	٠/٦٨٠h	٣/٥٥٠k
٧A	٥٩/٦٣cd	٦/٤٥c-g	١٨/٦٨cde	١/١٩٦bc	٠/٢٦٠jk	٠/٩٣٦a	٢٢/٠c-g	٤١/٣ab	٠/٤٥٦hij	٠/٤٠c-g	١/٢٣٣a
٧B	٥٩/١٦d	٥/١٠٠jk	١٧/٨٩c-f	١/١٦٦bcd	٠/٤٢٦b-h	٠/٧٠٠d-g	٢١/٣d-h	٣٠/٠cde	٠/٦٣٠cde	٠/٨٩٠g	٦/٢٨d-h
٧D	٦٤/٥٠a-d	٥/٩١f-i	١٤/٤٧ef	١/٢٠٢bc	٠/٤٧٦bcd	٠/٦٠٦ghi	٢٢/٦b-f	٢٦/٣ef	٠/٦٩٠bc	٠/٨٩٠g	٧/٤٩b
CH	٦٧/٧٥abc	٦/١٨c-i	١٧/٤١c-f	١/٠٢٢d-g	٠/٣٠٢h-k	٠/٣٣٠c-f	١٥/٠jk	٣٠/٦cde	٠/٤٧٣g-j	٠/٨٧٣d-g	٦/٠٢f-i
H	٦٤/٦٦٧a-d	٧/١٥ab	١٦/٢٢def	١/١٨٢bc	/٤٦٦b-f	٠/٦١٦f-i	١٨/٣f-j	٢٣/٦f	٠/٧٧٦b	٠/٤٠c-f	٦/٥٥c-g

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسات میانگین صفات مورد بررسی در شرایط تنش آبی

ژنوتیپ	طول بوته (سانتی‌متر)	طول خوشه (سانتی‌متر)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه بدون تنش (گرم در بوته)	وزن دانه در سنبله فرعی(گرم‌در‌خوشه)	وزن دانه در سنبله اصلی (گرم‌در‌خوشه)	تعداد دانه در سنبله فرعی	تعداد دانه در سنبله اصلی	وزن خوشه فرعی (گرم در خوشه)	وزن خوشه اصلی (گرم در خوشه)	عملکرد بیولوژی (گرم در بوته)
۱A	٦١/٠٥b-e	٥/٨٥b-f	١٢/٨٦i	٠/٩١٦d-g	٠/٢٧٣efg	٠/٦٤٣cde	١٢/٦hi	٢٨/٣c-f	٠/٤٥٣f-i	٠/٩٦٣c-f	٧/١٣a
١B	٥٩/٧b-e	٥/٩٨a-f	١٥/١٢ghi	٠/٨٨٠e-h	٠/٢٩٠ef	٠/٥٩٠e	١٦/٣fgh	٢٨/٣c-f	٠/٤٦٦e-h	٠/٨٣٦gh	٥/٨٥c-f
١D	٥٨/٨b-e	٦/١١a-f	١٥/٦f-i	٠/٩٨٣cde	٠/٣٩٦bc	٠/٥٨٦e	٢٢/٠a-d	٣١/٠b-e	٠/٥٩٠bcd	٠/٨٣٦gh	٦/٢٨bcd
١A	٥٨/٧b-e	٥/٤٠fg	٢١/٤٨bc	٠/٩٢٦d-g	٠/٣٤٠f-c	٠/٥٨٦e	١٨/٣d-g	٢٨/٣c-f	٠/٥٠٣d-g	٠/٨٠٦gh	٤/٣٩ij
٢B	٦١/٢b-e	٥/٦٥d-g	٢٠/١٦b-e	١/١٢٠abc	٠/٤٨٦a	٠/٦٣٣cde	٢٥/٠ab	٣٠/٣cde	٠/٥٥٣def	٠/٨٦٦fg	٥/٥٦ef
٢D	٥٤/٢٥e	٥/٦٧ d-g	١٩/٠٤c-f	٠/٧٩٣fgh	٠/٤٨٣fg	٠/٥٣٦def	١٨/٣d-g	٢٩/٦c-f	٠/٧٥٣hi	٤/١٧jk
٢A	٥٧/١٦cde	٦/١٥a	١٥/٨١f-i	٠/٧٧٠ghi	٠/١٩٣gh	٠/٥٧٦ef	٩/٦i	٢٤/٦fgh	٠/٣٦١hi	٤/٨٧gh
٣B	٥٤/٣e	٥/٤٥efg	١٤/٣hi	٠/٧٥٣hi	٠/٣٤٠c-f	٠/٤١٣g	٢١/٠cde	١٩/٦h	٠/٦٨٣ab	٥/٢٤fgh
٣D	٦٣/٣b-e	٦/٧١d-g	٣٠/١٨a	١/٢٠٣a	٠/٥٣٦a	٠/٧١٦bc	٢٥/٣a	٣٢/٦bc	٠/٧٣٣a	٤/١٤jk
٤B	٦/١٦a-e	٦/١٦bcd	٢٠/٩٦bcd	٠/٨٩٦d-h	٠/٢٦٣fgh	٠/٦٣٣cde	١٣/٣hi	٢٧/٠def	٠/٤١٣ghi	٤/٣٠ijk
٤D	٦٦/٦abc	٦/٤٣ab	٢٢/٩٣b	٠/٩٨٣cde	٠/٣٤٣c-f	٠/٨٧٦a	٢٠/٦cde	٤١/٣a	٠/٥٤٦def	٥/٣١fgh
٥B	٦٥/٣bcd	٥/٧٦c-g	١٧/٨d-h	٠/٩٤٣def	٠/٣٤٦cde	٠/٥٩٦e	١٨/٠c-f	٢٨/٠c-f	٠/٥١٠d-g	٥/٣٢fg
٥D	٧٦/٢٥a	٦/٥٠abc	١٨/٩٦c-f	١٨/٩١٠d-g	٠/٣٩٠cd	٠/٦٥٠cde	٢٢/٠a-d	٣١/٣b-e	٠/٥٧٠cde	٠/٨٠٣gh	٥/٥٠efg
٦A	٦٢/٣b-e	٦/٣٨a-d	١٩/٨b-f	١/١٣٠abc	٠/٣٣٦c-f	٠/٣٩٣ab	١٥/٣gh	٣١/٦bcd	٠/٥٠٦d-g	٠/٩٠٩ab	٥/٦٩def
٦B	٦٢/٦b-e	٦/٥٠abc	١٨/٥c-g	٠/٨٧٠e-h	٠/٢٠٦٦gh	٠/٦٦٣cde	١٠/٣i	٢٩/٠c-f	٠/٥٤٦def	٠/٩٠٠efg	٤/٦٦hij
٦D	٥٦/٥cde	٥/٩٦a-f	١٦/٩٣e-h	٠/٦٢٣i	٠/١٩٠h	٠/٤٣٣g	١٠/٠i	٢١/٣gh	٠/٣٥٠i	٠/٦٧٠i	٣/٧٧k
٧A	٦٤/٧٥bcd	٦/٥٦ab	١٨/٦c-g	١/٠٨٦bc	٠/٣٩٦bc	٠/٦١٣de	١٩/٣def	٢٦/٠efg	٠/٥٧٣cd	٠/٨٩٣efg	٥/٤٥fg
٧B	٥٦/٢de	٥/٠٧١g	١٦/٥٤٤-h	١/١٠٦abc	٠/٤٧٦ab	٠/٦٣٠cde	٢٢/٠d-a	٢٨/٣c-f	٠/٦٦٣abc	٠/٨٧٣efg	٥/٦٦ab
٧D	٦٥/٥٥bcd	٥/٨٥b-f	١٨/٥٩c-g	١/٠٨٠bc	٠/٤٨٠a	٠/٧٢٣bc	٢٤/٣abc	٣٦/٠ab	٠/٧١٠a	٠/٦٤٦bc
CH	٦٧/٩ba	٦/٢١a-d	١٩/٢b-f	٠/٨٧٦e-h	٠/٤٧٣ab	٠/٧٠٦bd	٢١/٣b-e	٣٢/٦bc	٠/٦٦٠abc	١/٠٠٦bcd
H	٦٢/٦٦a-d	٧/١١ab	١٥/٢٢def	١/١١٣abc	٠/٤٤٦b-f	٠/٦٠٦f-i	١٧/٣f-j	٢٢/٦f	٠/٧٥٦b	١/٠٢٠c-f	٦٥٥c-g

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- ضرائب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد در دو محیط تنش و بدون تنش

	Ys	Yp	STI	TOL	MP	GMP	SSI
Ys							
Yp	۰/۵۷۵***						
STI	۰/۹۰۸***	۰/۸۵٦***					
TOL	-۰/٤۱۰***	۰/۵۱۰***	۰/۰۰۱ns				
MP	۰/۸۸۰***	۰/۸۹٤***	۰/۹۹۳***	۰/۰۷۲ns			
GMP	۰/۹۱۲***	۰/۸٦۰***	۰/۱۹۹***	۰/۰۰۱ns	۰/۹۹۷***		
SSI	-۰/۵۸۰***	۰/۳۱۸Ns	-۰/۱۹٤ns	۰/۹٦٤***	-۰/۱۳۳ns	-۰/۱۹۹ns	

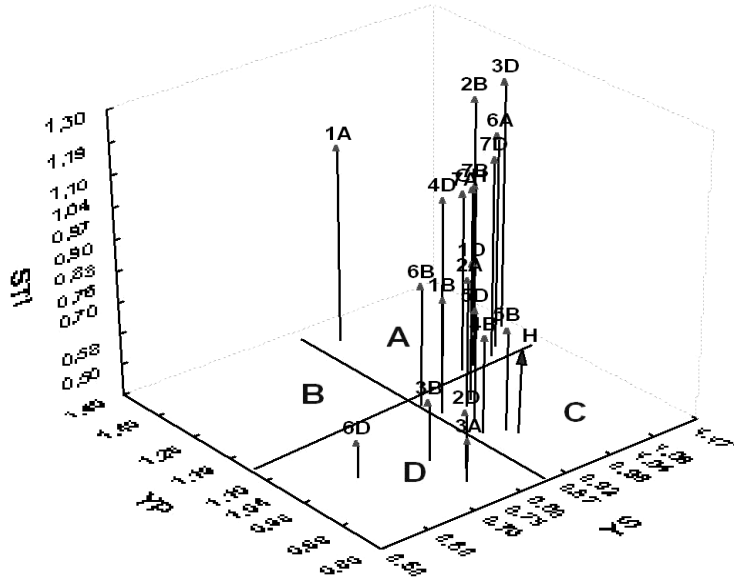
*** نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۰/۰۰۱ و ns نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن است.

برای تعیین لاین‌های مقاوم به خشکی از نمودار سه‌بعدی استفاده شد. رابطه بین سه متغییر Yp، Ys و یکی از شاخص‌های تحمل به خشکی که با عملکرد دانه در هر دو تیمار تنش و بدون تنش همبستگی بالایی نشان دادند (STI، MP و GMP) بدست آمد (فرناندز،۱۹۹۲؛ نورمند مؤید،۱۹۹۷). با توجه به این سه معیار لاین‌های جایگزینی به چهار گروه A، B، C و D تقسیم شدند.

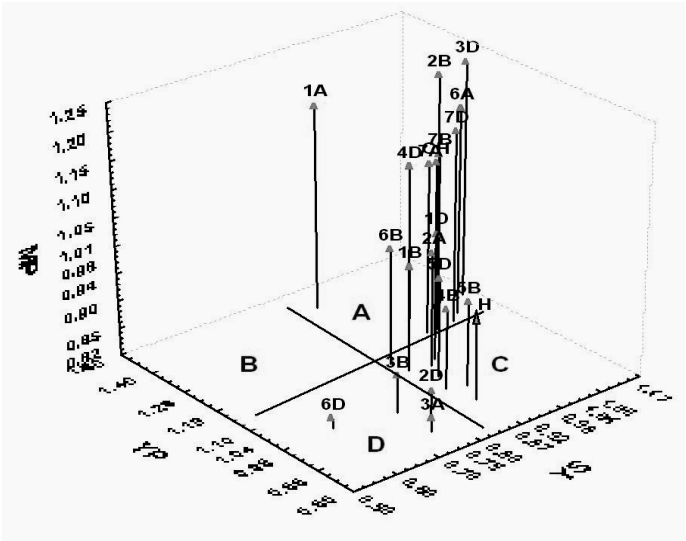
مناسب‌ترین شاخص آن است که بتواند گروه A را از سایر گروه‌ها تمیز دهد (فرناندز، ۱۹۹۲). بررسی نمودارهای سه‌بعدی شکل‌های (۱)، (۲) و (۳) Yp، Ys و شاخص‌های STI، MP، GMP نشان داد که لاین‌های 1A، 6B، 4D، 7A، 7B، 7D، 6A، 2B، 3D و واریته بهاره چینی در گروه A قرار گرفته‌اند. قرار گرفتن لاین‌های جایگزین 1A، 6B، 4D، 7A، 7B، 7D، 6A، 2B و3D در یک گروه نشان‌دهنده آن است که در شرایط این آزمایش ژن‌های کنترل‌کننده عملکرد و تحمل به خشکی در سه ژنوم A، B و D توزیع شده‌اند و از آن میان کروموزوم‌های 6B، 4D، 7A، 7B، 7D ، 6A، 2B، 3D و 1A از اهمیت بیشتری برخودار هستند و می‌توان از آن‌ها برای اصلاح ژنتیکی تحمل به تنش آبی بهره جست.

www.SID.ir

Archive of SID



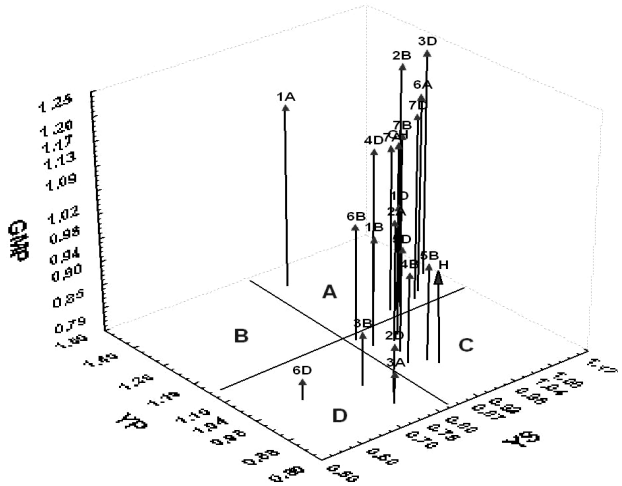
شکل ۱- نمودار سه بعدی STI، Ysو Yp



شکل ۲- نمودار سه بعدی MP، Yp و Ys

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- نمودار سه بعدی GMP، Yp و Ys

در یک نمودار سه بعدی فقط رابطه بین سه متغیر را می‌توان بررسی کرد. برای بررسی رابطه بین بیش از سه متغیر از یک نمودار چندمتغیره موسوم به بای‌پلات استفاده می‌شود (فرناندز، ۱۹۹۲؛ گلستانی و پاک نیت، ۲۰۰۷). برای این منظور از تجزیه مؤلفه‌های اصلی استفاده شد (جدول ٤). بای‌پلات مربوطه بر مبنای دو مولفه اول و دوم که ۹۸/۵ درصد از تغییرات موجود بین داده‌ها را توجیه می کند، رسم گردید (شکل ٤) و در فضای بای‌پلات ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مشخصی قرار گرفتند که مرتبط با میانگین عملکرد تحمل آنها به کمبود آب است. جدول ٤ نشان داد که ٦٨/٥ درصد از تغییرات کل داده‌ها مربوط به اولین مولفه است که دارای ارتباط مثبت با عملکرد در شرایط بدون تنش و ارتباط منفی با دو شاخص SSI و TOL است. با توجه به این که پائین بودن میزان این شاخص‌ها مطلوب است، لذا اگر مقدار مولفه اول را در نظر بگیریم، لاین‌هایی برگزیده می‌شوند که در شرایط بدون تنش و تنش دارای عملکرد بالا با SSI و TOL پائینی هستند و به‌عبارت دیگر این مولفه قادر به جداسازی ارقام پر محصول از ارقام کم محصول است و بنابراین می‌توان آن را به‌عنوان مولفه پتانسیل عملکرد و تحمل به خشکی در نظر گرفت. دومین مولفه اصلی ۳۰ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه می‌کند. این مولفه با عملکرد در محیط تنش همبستگی منفی و با شاخص‌های SSI و TOL همبستگی‌های مثبت و معنی‌داری دارد. بنابراین این مولفه قادر به جداسازی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی از ژنوتیپ‌های حساس به خشکی می‌باشد. به‌عبارت دیگر با پائین در نظر گرفتن آن، می‌توان

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ‌هایی را انتخاب نمود که دارای TOL و SSI پائین و عملکرد تنش بالا باشند و برعکس. به همین علت می توان مولفه دوم را به‌عنوان مولفه حساسیت به خشکی نامگذاری کرد.

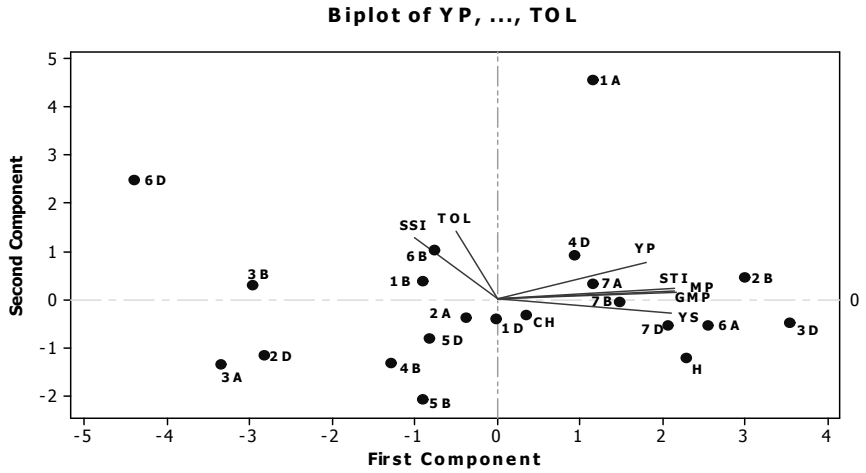
جدول ٤- مقادیر ویژه و بردار ویژه ۷ شاخص تحمل به خشکی برای ۲۱ لاین

مولفه	مقادیر ویژه	سهم تجمعی	TOL	SSI	STI	GMP	MP	Yp	Ys
۱	٤/۷۹۵۲	٦۸/٥	-۰/۱۰٤	-۰/۲۰۹	۰/٤٥۱	۰/٤٥۲	۰/٤٤۸	۰/۳۷۷	۰/٤٤۲
۲	۲/۳۷۳٦	۹۸/٥	۰/٦۷۰	۰/٦۰۹	۰/۰۷۸	۰/۰۷۲	۰/۱۱۱	۰/۳۷۱	-۰/۱۳٦
۳	۰/۰۲۰۲	۹۹/۷	۰/۰٦۱	۰/۰۲۷	۰/۳٦۹	۰/۳۳۳	۰/۳٤۱	-۰/٥۹۲	-۰/٥۳۱
٤	۰/۰۰٤۹	۱۰۰	۰/۲۰۷	-۰/۲۷٤	۰/۸۰۸	-۰/۲۹۰	۰/۸۰۸	-۰/۰۹٥	-۰/۲۹۸
٥	۰/۰۰۰۲	۱۰۰	۰/۰۸٥	-۰/۰۷۹	۰/۰۰٦	۰/۸۳٥	۰/۰۰٦	-۰/۲٤۷	-۰/۳٤٤
٦	۰/۰۰۰۰	۱۰۰	۰/٥۳٦	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	-۰/٤۹٥	۰/٦٦۰
۷	۰/۰۰۰۰	۱۰۰	-۰/۱۰۷	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

نمودار بای‌پلات نشان داد که لاین‌های جایگزینی 7D، 7B، 6A، 3D، 2B، 7A و واریته هوپ در ناحیه با عملکرد بالا و حساسیت پائین به تنش قرار گرفته‌اند، لذا می‌توان گفت که ژن‌های کنترل‌کننده تحمل به خشکی بر روی کروموزوم‌های 7B، 6A، 3D، 2B، 7A و7D قرار گرفته‌اند. لاین‌های 6D، 6B، 3B و 1B در ناحیه با عملکرد پائین و حساسیت بالا به تنش قرار دارند. این نحوه توزیع لاین‌ها در فضای بای‌پلات نشان‌دهنده آن است که در بین لاین‌ها از نظر تنش تنوع ژنتیکی وجود دارد و به‌علاوه ژن‌های کنترل‌کننده تحمل و حساسیت به تنش در کروموزوم‌های مختلفی توزیع شده‌اند. بنابراین نتایج حاصل از بای پلات، نتایج حاصل از نمودار سه بعدی را مورد تائید قرار داد. نمودار بای‌پلات (شکل ٤) همچنین نشان داد که دو شاخص SSI و TOL با عملکرد در شرایط تنش همبستگی منفی دارند. همچنین شاخص‌های MP، STI و GMP با عملکرد در هر دو شرایط بدون تنش و تنش همبستگی مثبت دارند (زاویه کمتر از منفرجه) خود شاخص‌های برتر سه گانه نیز همبستگی مثبت بالایی دارند.

www.SID.ir

Archive of SID



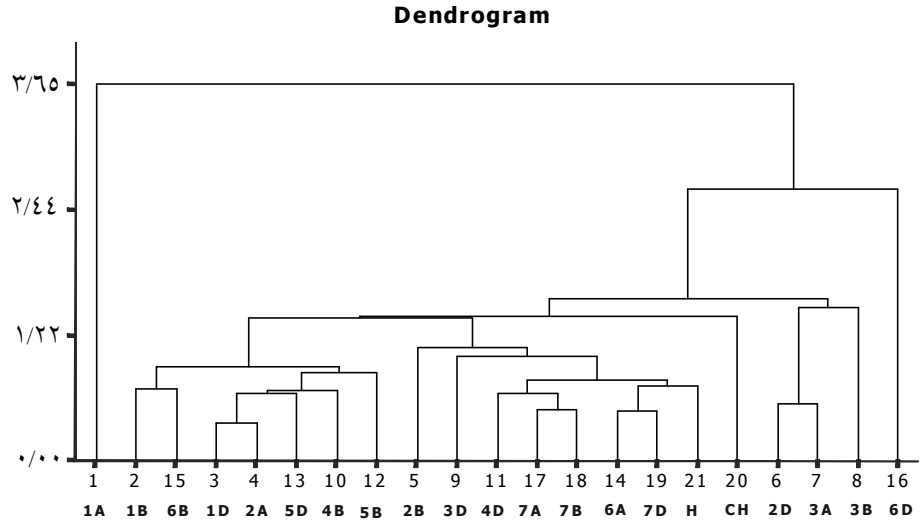
شکل ٤- نمودار چند متغیره بای پلات

لاین‌ها با توجه به سه شاخص STI، GMP و MP و با استفاده از روش UPGMA گروه‌بندی شدند و دندروگرام مربوطه رسم گردید (شکل ۵). بیشترین تحمل مربوطه بـه لایـن‌هـای 6A، 7A ، 3D، 4D، 7D، 2B 7B و واریته هوپ بود که با هم در یک گروه قـرار گرفتنـد. نتـایج حاصـل از تجزیه خوشه‌ای نیز نتایج حاصل از روش‌های قبل را مورد تائید قرار داد.

مورگان (۱۹۹۱) و رید و والکر (۱۹۹۳) در مطالعات جداگانه ای به این نتیجه رسیدند که ژن‌هـای کنترل‌کننده تنظیم اسمزی که یکی از شاخص‌های تحمل به خشکی در گندم است بـر روی کرومـوزم 7A قرار دارند که نتایج حاصل از این آزمایش را تائید می‌کند. در مطالعه دیگری که توسـط گـالی بـا (۱۹۹٤) بر روی لاین‌های جایگزینی صورت گرفت کروموزم 7A به‌عنوان مسئول کنترل شاخص‌های متابولیکی تحمل به خشکی معرفی شد. در مطالعه‌ای که توسط فرشادفر و همکاران (۱۹۹۵) بـر روی لاینهای جایگزینی گندم صورت گرفت، کروموزوم‌های 7A، 1B و 6D به‌عنوان کروموزوم‌های حامل بیشتر ژن‌های کنترل‌کننده تحمل به خشکی معرفی شدند. کردنیج و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعه بر روی ۱۱۸ لاین نوترکیب گندم گزارش نمودند که کروموزم 4D دارای بیشترین ژن‌های کنترل کننده تحمـل به خشکی می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- دندروگرام حاصل از معیارهای STI،GMP و MP

تشکر و قدردانی

در پایان از آقایان کریم سرخه و علی آرمینیان دانشجویان مقطع دکتری که در ویرایش نهایی مقاله کمک نمودند کمال تشکر و قدرداتی را داریم.

منابع

Cattivelli, L., Baldi, P., Crosatti1, C., Di Fonzo, N., Faccioli, P., Grossi, M., Mastrangelo, M.,Pecchioni, N. and Stanca, M. 2002. Chromosome regions and stress related sequences involved in resistance to abiotic stress in Triticeae, Plant Mol Biol. 48:649-665.

Dashti, H., Yazdi-Samadi, B., Ghannadha, M.R., Abd-Mishani, C. and Sarafi, A. 2001. Identification of chromosomes contributing to cold resistance in winter wheat by using substitution lines. Iran. J. Agric. Sci. 32: 355-365

Ehdaie, B. 1993. Selection for drought tolerance in wheat. Proceed. 1st Agron. Plant Breed Cong. Agric facul, Tehran Univ, Iran.

Elias, E.M., Steiger, O.K. and Cantrell, A.G. 1996. Evaluation of lines derived from wild emmer chromosome substitutions: II. Agronomic traits. Crop Sci. 36: 228-233.

Eskidge, K.M., Shah, M.M., Baenzlqer, P.S. and Travnicek, O.A. 2000. Correcting for classification errors when estimating the number of genes using recombinant inbred chromosome lines. Crop Sci. 40: 398-403.

Farshadfar, E,. Koszegi, B., Tischner, T. and Sutka. J. 1995. Substitution analysis of drought tolerance in wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Breed. 114: 542-548

www.SID.ir

Archive of SID

Farshadfar, A. 1998. Genetical analyses methods for drought tolerance in plant breeding. Proceed. 4th Agron. Plant Breed Cong. Agric facul, Industrial Univ, Isfahan،Iran.

Fernandez, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceed. Sym. Taiwan, 13-16 Aug.

Fischer, R.A. and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: I. Grain yield responses. Aus. J. Agric. Res. 29: 897-912.

Galiba, G. 1994. In vitro adaptation for drought and cold hardiness in wheat. Plant Breed Rev. 12: 115-162.

Ghasemphour, H.R. and Kianian, J. 2007. The study of desiccation –tolerance in drying leaves of the desiccation –tolerance grass Sporobolus elongates and the desiccation-sensitive grass *Sporobolus pyramidalis*. Pak. J. Biol. Sci. 10: 797-801.

Golabadi, M., Arzani, A. and Mirmohammadi Maibody, S.A.M. 2006 Assessment of Drought Tolerance in Segregating Populations in Durum Wheat. African J. Agric Res. 1: 162-171

Golestani, M. And Pakniat, H. 2007. Assessment of criteria of drought resistance in sesame lines. Nat Res. Agric Sci. 11: 141-149.

Hittalmani, S., Huang, N.B., Courtois, R., Venuprasad, H.E., Shashidhar, J.Y., Zhuang, K.L., Zheng, G.F., Liu, G.C., Wang, J.S., Sidhu, S., Srivantaneeyakul, V.P., Singh, P.G., Bagali, H.C., Prasanna, G. and Khush, G.S. 2003. Identification of QTL for growthand grain yield-related traits in rice across nine locations of Asia. Theor. Appl. Gen. 107: 679–90.

Imamjomeh, A. 1999. Determination of genetic distance using RAPD-PCR and evaluation of drough tolerance indices and adaptation analysis in Chickpea genotypes. M.Sc thesis, Agric facul, Razi Univ, Iran.

King, I.P., Orford, S.E., Cant, K.A., Reader, S.M. and Miller, R.E. 1996. An assessment of the salt tolerance of wheat *Thinopyrum bessarabicum* 5E addition and substitution lines. Plant Breed. 115: 77-78.

Kirigwi, F.M., Van Ginkel, M., Trethowan, R., sears, R.G., Ranjaram, S. and Paulsen, G.M. 2004. Evaluation of selection strategiesfor wheat across water regimes. Euphytica. 135: 361-371.

Klindworth, D.L., Hareland, G.A., Elias, E.M., Faris, J.D., Chao, S. and Xu S.S. 2009. Agronomic and quality characteristics of two new sets of Langdon durum–wild emmer wheat chromosome substitution lines. J. Cer Sci. 50: 29–35

Koebner, R.M.D., Martin, P.K. Orford, S.M. and Miller, T.E. 1996. Responses to salt stress by the homoeologous group 5 chromosomes of hexaploid wheat. Plant Breed. 115: 81-84.

Kordenaeej, A. 2008. Mapping QTLs for yield and yield components under drought stress in bread wheat. Dissertation for a doctorate degree, University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU), Vienna, Australia, p 97.

Kristin, A.S., Serna, R.R., Perez, F.r., Enriquez, B.C., Gallegos, J.A.A., Vallejo, P.R., Wassimi, N. and Kelly, J.O. 1997. Improving common bean

www.SID.ir

Archive of SID

performance under drought stress. Crop Sci. 37: 51-60.
Law, C.N. 1965. The location of genetic factors affecting a quantitative character in wheat. Gen. 33: 487-498.
Law, C.N. 1967. The location of genetic factors controlling a number of quantitatives in wheat. Gen. 55: 445-461.
Lupton, F.G.H. 1987. Wheat breeding. Chapman and Hall. London.
Maleki, A., Babaei, F., Cheharsooghi Amin, H., Ahmadi, J. and Asadi Diziji, A. 2008. The study of seed yield stability and drought tolerance indices of bread wheat genotypes under irrigated and non-irrigated conditions. Res J. Biol Sci. 3: 841-848.
Maaroofi, A. 1998. Identification of chromosomes locations contributing to drought tolerance in wheat. M.Sc thesis, Agric facul, Razi Univ, Iran.
Morgan, M. 1991. A gene controlling differences in osmoregulation in wheat. Asian. J. Plant Physiol. 18: 249-257.
Motsnyi, I.I., Fayt, V.I. and Blagodarova, E.M. 2009. Identification and Characteristics of the 1R(1B) Substitution Lines of Bread Wheat. Cytol. Gen. 43: 169–176.
Nourmand Moayyed, F. 1997.investigation of quantitative trait variation and their relationship wheat yield at irrigated and non-irrigated enviroments and determination of the best drought tolerance indice. M.Sc thesis, Agric faculty, Tehran Univ, Iran
Quarrie, S.A., Stojanovic, J. and Pekic, S. 1999. Improving drought tolerant in small-grain cereals: A case study, progress and prospects. Plant Growth Reg. 29: 1-21.
Quarrie, S.A.و Steed, A., Calestani, C., Semikhodskii, A., Lebreton, C., Chinoy, C., Steele, N., Pljevljakusic, D., Waterman, E., Weyen, J., Schondelmaier, J., Habash, D.Z., Farmer, P., Saker, L., Clarkson, D.T., Abugalieva, A., Yessimbekova, M., Tururuspekov, Y., Abugalieva, S., Tuberosa, R., Sanguineti, M.C., Hollington. P.A., Aragues, R., Royo, A. and Dodig, D. 2005. A high density genetic map of hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) from the cross Chinese Spring × SQ1 and its use to compare QTLs for grain yield across a range of environments. Theo. Appl Gen. 110:865–880
Quarrie, S.A., Quarrie, S.P., and Radosevic, R. 2006. Dissecting a wheat QTL for yield present in a range of environments: From the QTL to candidate genes. J. Exp Bot. 11: 2627-2637.
Ried, J.L. and Walker-Simmons, M.K. 1993. Group 3 late embryogenesis abundant proteins in deslcation-tolerant seedlings of wheat. Plant. Physiol. 102: 125-131.
Rosielle, A.A. and Hambling, J. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non stress environments. Crop Sci. 21: 943-946.
Sorkheh, K., Shiran, B., Gradziel، T.M., Epperson, B.K., Martinez-Gomez, P. and Asadi, E. 2007. Amplified fragment length polymorphism as a tool for molecular characterization of almond germplasm: genetic diversity among cultivated genotypes and related wild species of almond، and its relationships with agronomic traits. Euphytica, 156: 327-344.

www.SID.ir

Archive of SID

EJCP., Vol. 3 (2): 97-114
ejcp.gau@gmail.com

Chromosomal localization of the genes controlling quantitative traits of drought resistance in wheat using substitution lines

***S.S.Mosavei[1], S.Houshmand[2], Sh.Mohammadi[3] and M.Khodambashi[4]**

[1]M.Sc. Student of Plant Breeding, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran, [2]Assistant Prof., of Plant Breeding, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran, [3]Assistant Prof., of Plant Breeding, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran, [4]Assistant Prof., of Plant Breeding, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Iran

Abstract

The first step in identification of genes which control traits in stress and no stress conditions is localization of chromosomal related to traits. In order to locate the genes controlling drought resistance and screening quantitative indices of drought resistance in wheat, substitution line series of Hope into the genetic background of Chinese Spring (CS) were tested in a randomized complete block design with three replications under two irrigated and water stress conditions. Based on the potential (Yp) and stress (Ys) grain yield, criteria of drought tolerance such as: mean productivity (MP), tolerance index (TOL), geometric mean productivity (GMP), stress susceptibility index (SSI) and stress tolerance index (STI) were estimated. The results exhibited high significant differences among the lines for traits studied indicating the presence of genetic variation and possibility of determination of the genes controlling these traits on the related chromosomes. The results of mean comparison showed that most of the genes controlling yield and yield components in the non-irrigated conditions are located on the chromosomes 6A, 7A, 3D, 2B, 7D and 7B. The results of correlation analysis between indices، potential and stress yield showed that the most suitable criteria for screening substitution lines were MP, GMP and STI. Evaluation of biplot and three dimensional plots indicated that most of the genes controlling MP, GMP and STI are located on chromosomes 1A, 6B, 4D, 7A, 7B, 7D, 6A, 2B and 3D. To determine the genetic distance and to group the substitution lines, cluster analysis showed that the substitution lines 6A, 7A, 3D, 4D, 7D, 7B, 2B and Hope were in one group supporting the results of 3-D and biplot that they can be used for improvement of drought tolerance in Wheat.

***Keywords*:** Drought tolerance, Drought tolerance index, Wheat, Chromosome substitution lines.

*- Corresponding Author; Email: sadeghmosavifard@gmail.com

www.SID.ir