مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۱، شماره ۱، ۱۳۸۹ (۱۷۷-۱۷۱)

ارزیابی شاخص‌های تحمل خشکی در ارقام سیب‌زمینی

کرامت ربیعی[۱]، محمود خدامباشی[۲]* و عبدالمجید رضائی[۳]
۱، ۲، دانشجوی دکتری و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۳، استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
(تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۱۷ - تاریخ تصویب: ۸۶/۷/۱۹)

چکیده

به منظور بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی در هشت رقم سیب‌زمینی مارادونا، راموس، ری‌مارکا، دیامانت، اگریا، مارفونا، آئولا و دراگا و تعیین بهترین شاخص‌ها و شناسایی متحمل‌ترین رقم مورد بررسی با استفاده از عملکرد اندازه‌گیری شده در شرایط معمول و کمبود آب، دو آزمایش جداگانه در دو رژیم آبیاری در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در یکی از مزارع تکثیر بذر سیب‌زمینی استان چهارمحال و بختیاری در کیلومتر ۱۰ بروجن-شهرکرد اجرا شد. شاخص‌های میانگین هندسی‌بهره‌وری، میانگین بهره‌وری، تحمل‌تنش و تحمل تنش تغییریافته که دارای ضریب همبستگی بسیار معنی‌داری با عملکرد در هر دو محیط بودند، به عنوان شاخص‌های مناسب در شناسایی ارقام متحمل به شرایط کمبود آب در سیب‌زمینی معرفی شدند. همچنین با انجام تجزیه مؤلفه‌های اصلی و ترسیم نمودار بای‌پلات، ارقام راموس و ری‌مارکا به عنوان ارقام مناسب‌تر در این مطالعه با پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به شرایط کمبود آب در شرایط آزمایشی این تحقیق معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: **سیب‌زمینی، شاخص‌های مقاومت به خشکی، تجزیه مؤلفه‌ها.**

مقدمه

سیب‌زمینی در مقایسه جزء گیاهان حساس به تنش کمبود آب می‌باشد (Deblonde, 2001). سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) دارای گسترده‌ترین توزیع در دنیا بعد از ذرت می‌باشد(Rezaei & Soltani, 1995). این گیاه یکی از پر تولیدترین محصولات است که به طور وسیعی در جهان کشت گردیده و تقریباً در هر هکتار دو برابر برنج و گندم کالری تولید می‌کند (Rezaei & Soltani, 1995). از طرفی خشکی از معمول‌ترین مشکلات و خطرات در تولید موفق محصولات زراعی در جهان می‌باشد. ایران با متوسط نزولات جوی ۲۴۰ میلی‌متر در زمره مناطق خشک جهان طبقه‌بندی می‌گردد (Noormandmoayed et al., 2001). در ایران حدود ۴۶/۰۳ از اراضی کشور به کشت دیم سیب‌زمینی اختصاص دارد که مقداری معادل ۱۰/۶ درصد از کل تولید سیب‌زمینی از این اراضی حاصل شده است (Iran Ministry of Agriculture, 2003). با توجه به کمبود آب در بیشتر مناطق کشور و عدم تطبیق زمان نزولات جوی با زمان کشت سیب‌زمینی و نیز اهمیت این محصول به عنوان یکی از بزرگترین تولیدات کشاورزی کشور و به ویژه در استان چهارمحال و بختیاری، شناسایی ارقام متحمل در شرایط تنش کمبود آب، با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی ضروری به نظر می‌رسد. این ارقام را می‌توان جهت افزایش کشت دیم و نیز افزایش سطح کشت آبی مورد استفاده قرار داد. استفاده از صفت عملکرد برای ارزیابی رگه‌های اصلاحی در گستره وسیعی از محیط‌های مختلف، هدفی مهم و قابل توجه برای محققین است

* نویسنده مسئول: محمود خدامباشی تلفن: ۰۹۱۳-۳۱۶۶۲۴۱ E-mail: mkhodambashi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

(Fernandez, 1992). موارد متعددی از تجزیه پایداری عملکرد برای شناسایی ژنوتیپ‌های حساس و غیرحساس، به شرایط محیطی گزارش شده است (Fernandez, 1992; Finaly & Wilkinson, 1963; Steyn et al., 1998). بسیاری از صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی در سیب‌زمینی تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرند و می‌توانند به عنوان شاخصی برای اثر خشکی مورد استفاده قرار گیرند (Tourneux et al., 2003).

برخی از شاخص‌هایی که برای انتخاب ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در محیط‌های خشک معرفی شده‌اند به این دلیل که معیارهای پیشنهاد شده غالباً برای مکانیسم‌های بقا طرح شده‌اند نه برای عملکرد در شرایط خشک و یا اینکه معیارها برای زمان خاصی از حیات گیاه طرح شده‌اند و برای رشد و عملکرد در دوره زندگی حقیقی گیاه مناسب نیستند کارایی مناسب را ندارند.

Fernandez (1992) بر اساس عملکرد هر کدام از ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی تنش و بدون تنش و مقایسه با میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط، چهار گروه مجزا را معرفی نموده است. شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تعیین مقاومت و حساسیت آنها ارائه شده است. Rosielle & Hamblin (1981) شاخص‌های تحمل (Tol: Tolerance) و میانگین تولید (MP: Mean Production) را معرفی نمودند.

در ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از شاخص‌های TOL و MP، مقادیر بالای TOL نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش بوده و انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر کم TOL می‌باشد. با این دو شاخص امکان تفکیک ژنوتیپ‌های گروه دوم و سوم از یکدیگر بر اساس تقسیم‌بندی Fernandez (1992) وجود دارد.

Fisher & Maurer (1978)، شاخص حساسیت تنش (SSI: Stress Susceptibility Index) را پیشنهاد نمودند. میزان کمتر SSI نشان‌دهنده تغییرات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط عادی می‌باشد، در نتیجه نشان‌دهنده پایداری بیشتر آن ژنوتیپ است. شاخص حساسیت کوچکتر از یک، نشان‌دهنده مقاومت بیشتر رقم به خشکی است. با شاخص SSI می‌توان ژنوتیپ‌های گروه دوم و سوم را از سایر گروه‌ها در تقسیم بندی فرناندز متمایز نمود. فرناندز شاخص‌های میانگین هندسی بهره‌وری (GMP: Geometric Mean Production) (1989) و تحمل تنش (STI: Stress Tolerance Index) (1992) را معرفی نمود. ژنوتیپ‌های پایدارتر بر اساس این شاخص دارای مقادیر بالاتر STI هستند. بنابراین با این شاخص ژنوتیپ‌های گروه اول از سایر گروه‌ها قابل تفکیک خواهد بود.

بررسی‌های انجام شده توسط Naderi et al. (1999) نشان داد که با امکان دسترسی به اطلاعات هواشناسی و تقسیم بندی هر اقلیم به زیراقلیم‌های مختلف و با توجه به عدم انعطاف پذیری شاخص‌های قبلی در پاره‌ای از موارد، ارائه یک شاخص جدید با کارائی بیشتر در شرایط مذکور ضروری به نظر می‌رسد. بررسی شاخص‌های موجود با آزمون برخی داده‌ها، ضرورت تغییر آنها با حفظ دو ویژگی پایداری عملکرد و میانگین عملکرد بالا و نیز با توجه به میزان احتمال بروز شرایط عادی و غیرعادی در سال‌های مختلف در هر منطقه را آشکار ساخت. در شاخص معرفی شده جدید از یک ضریب تصحیح (Ki) که با توجه به شرایط آب و هوائی هر زیر اقلیم تعریف گردید استفاده شد. با دخالت K_i در شاخص تحمل تنش فرناندز، شاخص جدیدی به نام شاخص تحمل به تنش تغییر یافته (MSTI: Modified Stress Tolerance Index) معرفی گردید. K_i ضریبی است که بر اساس درجه احتمال بروز شرایط عادی (K_1) یا غیرعادی (K_2) محیطی و با توجه به عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط مذکور و نیز با توجه به استراتژی کلان تولید به سادگی قابل محاسبه است:

$$K_1=Ys_i / \overline{Y}_s$$

$$K_2=Yp_i / \overline{Y}_p$$

با استفاده از تحلیل همبستگی بین عملکرد در شرایط عادی و تنش و شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی شاخص‌های مقاومت را غربال و مناسبترین شاخص انتخاب می‌گردد. بهترین شاخص آن است که در هر دو شرایط عادی و تنش دارای همبستگی بالایی با عملکرد باشد (Emamjomeh, 1999; Farshadfar et al., 2001; Maroofi & Farshadfar 2002; Blum & Gozlen, 1983).

Archive of SID

www.SID.ir

هدف از این تحقیق ارزیابی هشت رقم سیب زمینی از نظر تحمل خشکی و نیز انتخاب مناسب‌ترین شاخص‌های تحمل خشکی در این گیاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در تابستان سال ۱۳۸۱ در یکی از مزارع تکثیر سیب‌زمینی استان چهارمحال و بختیاری واقع در کیلومتر ۱۰ جاده بروجن-شهرکرد با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی انجام پذیرفت. مواد مورد بررسی شامل هشت رقم خارجی سیب‌زمینی زراعی به نام اگریا (Agria) ، مارفونا (Marfona)، دراگا (Draga)، آئولا (Aula) ، مارادونا (Maradona)، راموس (Ramus)، ری‌مارکا (Remarca) و دیامانت (Diamant) بود.

این تحقیق با دو آزمایش (۲ محیط) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. محیط‌ها شامل دو رژیم آبیاری ۹-۶ روزه (۵±۱۰۰میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) و ۱۴-۱۲ روزه (۵± ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A) بود. هر رقم در چهار ردیف به فاصله عرضی ۷۵ سانتی‌متر و به طول ۴ متر کشت گردید. در هر ردیف بذور به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از همدیگر قرار گرفتند. همچنین فاصله بین تیمارها در هر بلوک ۱ متر و بین بلوک‌ها به میزان یک پشته در نظر گرفته شد. در اطراف زمین دو ردیف به عنوان محافظ کشت گردید. قطعه زمین مورد نظر برای اجرای آزمایش در بهار سال ۱۳۸۲ شخم زده شد و عملیات تکمیلی آماده سازی شامل تسطیح، پخش کود و دیسک‌زنی به اجرا درآمد. جهت کشت غده‌ها، پشته‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر ایجاد شد و غده‌ها در عمق ۱۵-۱۲ سانتی‌متری به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار گرفتند. به منظور رفع نیاز غذایی بوته‌های سیب‌زمینی، مقداری معادل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم قبل از کاشت و میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره نیز به صورت سرک به زمین اضافه گردید. جهت سبز شدن مناسب غده‌ها و ایجاد یکنواختی در هر دو آزمایش آبیاری‌های اولیه با فاصله ۷ روز صورت گرفت، و سپس تیمارهای آبیاری در هر دو آزمایش اعمال گردید.

مبارزه با علف‌های هرز قبل از سبز شدن بوته‌ها با استفاده از علف‌کش انتخابی سیب‌زمینی (سنکور) به میزان ۲ کیلوگرم در هکتار صورت گرفت. جهت از بین بردن علف‌های هرز باقی مانده و تازه سبز شده و نیز خاکدهی اطراف بوته‌ها هنگامی که بوته‌ها، حدود ۲۰ سانتی‌متر رشد نموده بودند. از کولتیواتور استفاده شد. کود سرک قبل از استفاده از کولتیواتور در هر دو آزمایش پخش گردید. کلیه عملیات کاشت و داشت به غیر از آبیاری برای هر دو آزمایش به طور یکسان اجرا شد. جهت مبارزه با آفت شته و کنه از سم متاسیستوکس به میزان ۱ لیتر در هکتار و برای پیشگیری از وقوع بیماری‌های قارچی از سم مانکوزب به میزان ۱ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. در هر آزمایش از دو ردیف میانی هر تیمار تعداد ده بوته به طور تصادفی انتخاب و پس از علامت‌گذاری، صفات تعداد ساقه، طول ساقه، طول برگ مرکب، طول برگچه، عرض برگچه، تعداد برگ، اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دو ردیف میانی هر کرت فرعی (۶ مترمربع) برداشت گردید.

نتایج و بحث

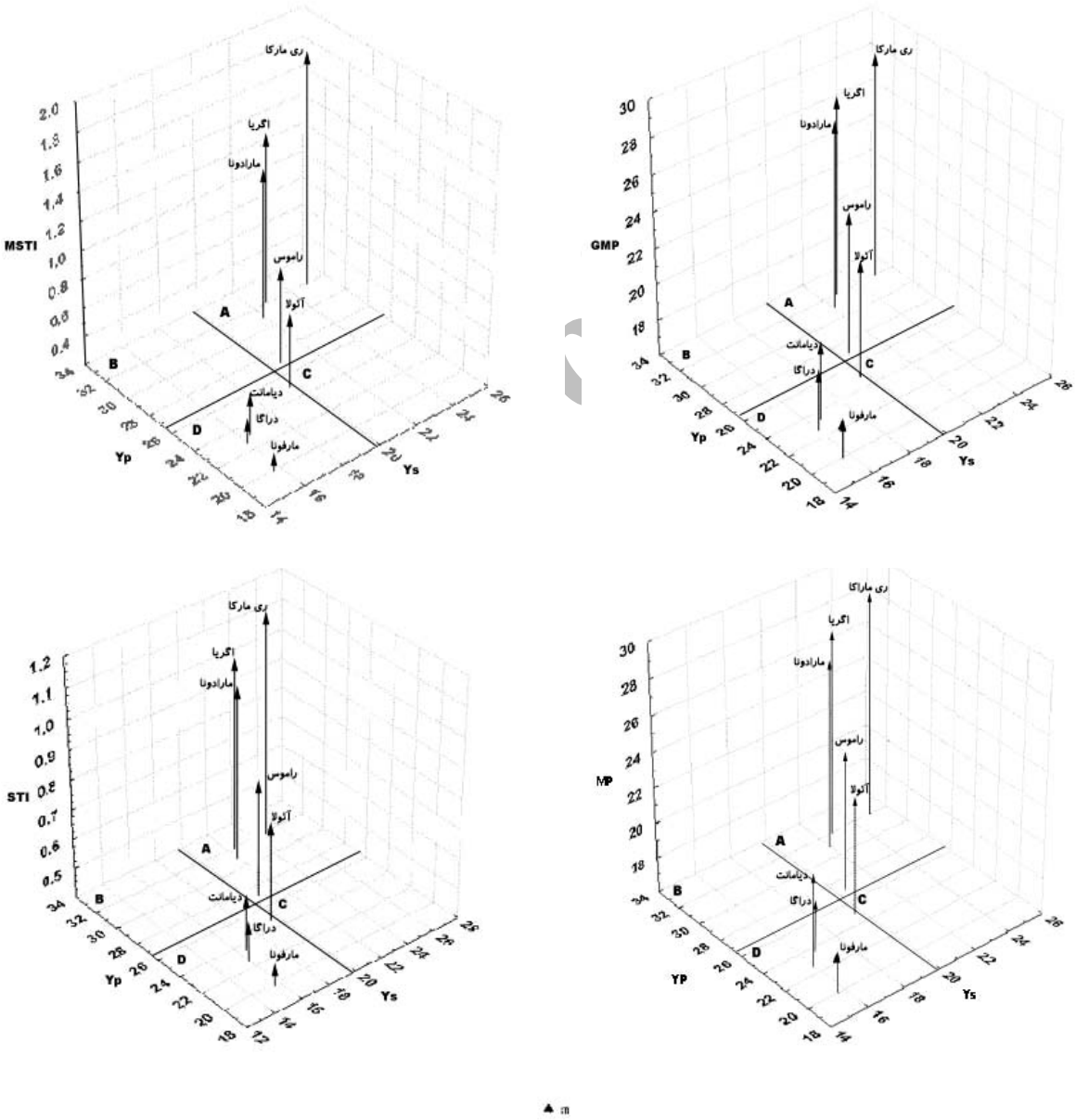
مقادیر محاسبه شده برای شاخص‌ها با توجه به کلیه ارقام در جدول ۱ نشان داده شده است. در تعیین اینکه کدامیک از شاخص‌ها جهت مشخص نمودن ارقام مقاوم در سیب‌زمینی بهترین کاربرد را دارد، طبق نظر Fernandez (1992) به ضرایب همبستگی بین شاخص‌ها و عملکرد رقم در شرایط تنش و مطلوب (Ys و Yp) توجه می‌شود. شاخصی که دارای همبستگی معنی‌دار و بالا با عملکردها باشد به عنوان بهترین شاخص معرفی می‌شود. با توجه به جدول ۲، شاخص میانگین تولید، میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص تحمل تنش و شاخص تحمل تنش تغییر یافته دارای این ویژگی می‌باشند. بنابراین می‌توان شاخص‌های MSTI، GMP، STI، MP را به عنوان شاخص‌های مناسب در شناسایی ارقام مقاوم به خشکی در سیب‌زمینی معرفی نمود، اما به نظر می‌رسد TOL و SSI شاخص‌های مناسبی نیستند. در مطالعات دیگری که بر روی سایر گیاهان زراعی

Archive of SID

www.SID.ir

صورت گرفته است، شاخص‌های STI، MP ، GMP به عنوان بهترین شاخص‌های مقاومت به خشکی معرفی شده‌اند (Ehdaie, 2003; Shiri, 2002; Noormandmoayed, 2001; Toker & Ilhan, 1998).

جهت تعیین ارقامی که در دو محیط نرمال و تنش دارای عملکرد بالایی هستند و تعیین گروه‌های A، B، C و D معرفی شده توسط Fernandez (1992)، از نمودارهای سه بعدی استفاده شد. این نمودارها در شکل۱ نشان داده شده است. در این نمودارها محور x عملکرد تنش، محور y عملکرد در محیط غیر تنش و محور z یکی از شاخص‌های تحمل خشکی را نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن میانگین عملکرد در محیط عادی و ترسیم خط موازی با محور x و نیز مشخص نمودن میانگین عملکرد در محیط تنش و ترسیم خط

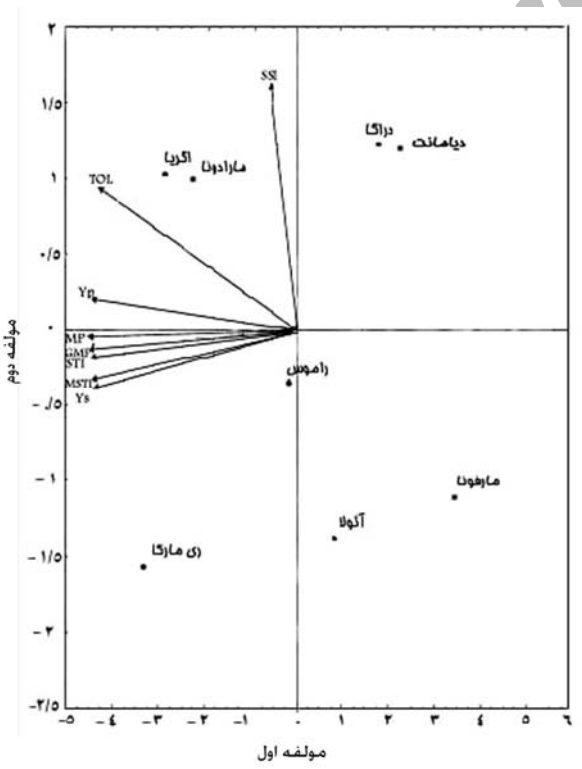


شکل ۱- نمودار سه بعدی عملکرد سیب‌زمینی در محیط عادی(Yp) و تنش(Ys)
به ترتیب برای شاخص‌های GMP، MSTI، MP، STI

www.SID.ir

موازی با محور y سطح افقی این نمودار به چهار قسمت تقسیم شده و گروه‌های چهارگانه در آن مشخص شده است. با بررسی این نمودارها مشخص می‌شود که ارقام آئولا، دیامونت، دراگا، و مارفونا، در گروه D و ارقام راموس، ری‌مارکا، اگریا و مارادونا در گروه A قرار گرفته‌اند. رابطه بین سه متغیر را می‌توان از طریق نمودار سه بعدی بررسی کرد. در حالتی که بررسی رابطه بین بیش از سه متغیر مد نظر باشد می‌توان از نمودار چند متغیره، موسوم به بای پلات استفاده نمود. برای اینکه بتوان روابط بین ژنوتیپ‌ها و تمام شاخص‌های مقاومت به خشکی را در یک شکل نشان داد از این نمودار استفاده شد. جهت ترسیم این نمودار، ابتدا نیاز به انجام تجزیه مؤلفه‌های اصلی با در نظر گرفتن شاخص‌ها و عملکردها به عنوان متغیر در تمام ژنوتیپ‌ها می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی شامل بردارهای ویژه، مقادیر ویژه، نسبت واریانس توجیه شده و کل واریانس توجیهی در جدول ۳ برای دو مؤلفه اول نشان داده شده است. مؤلفه اول به تنهایی حدود ۸۰ درصد از تغییرات و مؤلفه دوم حدود ۱۹ درصد از تغییرات را تشریح می‌کنند که این دو مؤلفه مجموعاً ۹۹/۵ درصد تغییرات را تبیین می‌نمایند. در مؤلفه اول برای کلیه شاخص‌ها و عملکرد نرمال و تنش ضرایب منفی وجود دارد اما ضرایب TOL و SSI از بقیه ضرایب بزرگتر هستند، با توجه به اینکه مقادیر بالای MSTI، GMP، STI، MP، Yp، YS و مقادیر پائین TOL و SSI مطلوب هستند، اگر میزان مؤلفه اول کاهش یابد ارقامی انتخاب می‌شوند که دارای عملکرد خوبی در شرایط نرمال و تنش بوده‌اند. از طرفی در مؤلفه دوم شاخص‌های TOL، SSIو Yp دارای ضرایب مثبت و بقیه، ضرایب منفی دارند. بنابراین اگر مؤلفه دوم افزایش یابد ارقامی که دارای عملکرد مناسب در محیط مطلوب و عملکرد پائین در شرایط تنش هستند انتخاب می‌گردند. بدلیل اینکه بین دو مؤلفه اول و دوم همبستگی وجود ندارد و تغییراتی را که مؤلفه اول توجیه و تشریح می‌کند توسط مؤلفه دوم تبیین نمی‌شود و بالعکس، از این جهت دو مؤلفه را می‌توان به صورت دو محور عمود بر هم نمایش داد و ژنوتیپ‌ها را بر اساس این دو مؤلفه در این نمودار مشخص نمود.

از طرفی نیز با در نظر گرفتن ژنوتیپ‌ها به عنوان متغیرهای موجود در توابع مؤلفه‌های اصلی تجزیه مؤلفه‌های اصلی را می‌توان بر روی ژنوتیپ‌ها انجام داد. در این حالت جایگذاری مقادیر شاخص‌ها و صفات در مؤلفه‌ها و مکان‌یابی نقاط حاصله بر روی نمودار دیگری که محور افقی آن مربوط به مؤلفه اول و محور عمودی مربوط به مؤلفه دوم است، محل شاخص‌ها و صفات در نمودار مشخص می‌گردد. در این نمودار در صورتی که بین بردارهای رسم شده، زاویه کمتر از ۹۰ درجه باشد به این معنی است که بین شاخص‌ها همبستگی مثبت وجود دارد و اگر زاویه بیشتر از ۹۰ درجه باشد، نشان‌دهنده وجود همبستگی منفی بین آنهاست. اگر دو نمودار فوق با یکسان نمودن مقیاس آنها بر یکدیگر منطبق شوند، اطلاعات حاصل از هر یک را بر اساس مؤلفه‌های اول و مؤلفه‌های دوم می‌توان به صورت یکجا به شکل نمودار بای‌پلات نمایش داد. در این نمودار لاین‌ها در درون ۴ ناحیه مجزا و مشخص قرار می‌گیرند که با میانگین عملکرد و تحمل به تنش آنها ارتباط دارد. این نمودار در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- نمودار بای‌پلات شاخص‌های مقاومت به خشکی و ارقام

www.SID.ir

جدول ۱- برآورد مقادیر شاخص‌های مقاومت به خشکی بر اساس میانگین عملکرد ارقام سیب‌زمینی در محیط عادی و تنش

رقم	Ys(kg/plot) *	Yp(kg/plot)*	TOL	MP	SSI	STI	GMP	MSTI
مارادونا	۲۲	۳۱	۹	۲۶/۵	۱/۱۵	۰/۹۵۹	۲۶/۱۱	۱/۱۹
راموس	۲۰/۳۳	۲۷	۶/۶۶	۲۳/۶۶	۰/۹۸	۰/۷۷۲	۲۳/۴۳	۰/۸۱۸
ری‌مارکا	۲۵	۳۲	۷	۲۸/۵	۰/۸۷	۱/۱۲۵	۲۸/۲۸	۱/۸۰۳
دیامانت	۱۶/۶۶	۲۳/۶۶	۷	۲۰/۱۶	۱/۱۷	۰/۵۵۴	۱۹/۸۶	۰/۳۹۵
اگریا	۲۲/۶۶	۳۲	۹/۳۳	۲۷/۳۳	۱/۱۶	۱/۰۲	۲۶/۹	۱/۳۴۴
مارفونا	۱۵/۶۶	۲۰	۴/۳۳	۱۷/۸۳	۰/۸۶	۰/۴۴	۱۷/۷	۰/۲۷۷
آئولا	۱۹/۶۶	۲۵	۵/۳۳	۲۲/۳۳	۰/۸۴	۰/۶۹۱	۲۲/۱۷	۰/۶۸۵
دراگا	۱۶	۲۲/۶۶	۶/۶۶	۱۹/۳۳	۱/۱۷	۰/۵۱	۱۹/۰۴	۰/۳۳۴

* برای تبدیل واحد به تن در هکتار، عملکرد هر پلات در ضریب ۱/۶۶ ضرب می‌گردد.

جدول ۲- ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عملکرد در دو محیط

	Ys	YP	TOL	MP	SSI	STI	GMP	MSTI
Ys	۱							
Yp	۰/۹۵**	۱						
TOL	۰/۵۸۶	۰/۷۹**	۱					
MP	۰/۹۸**	۰/۹۹**	۰/۷۱*	۱				
SSI	-۰/۱۲۷	۰/۱۶۵-	۰/۷۱*	۰/۰۴	۱			
STI	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۰/۶۹*	۰/۹۸**	۰/۰۱۴	۱		
GMP	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۰/۶۹*	۰/۹۷**	۰/۰۱۸	۰/۹۶**	۱	
MSTI	۰/۹۸**	۰/۹۴**	۰/۵۹	۰/۹۷**	-۰/۰۹۰	۰/۹۵**	۰/۹۶**	۱

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد.

با توجه به اینکه مقادیر پائین مؤلفه اول و دوم برای شناسایی ارقام مقاوم مطلوب هستند، لذا قسمت پائین و چپ نمودار بای پلات برای شناسایی این ارقام مناسب می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود ارقام راموس و ری‌مارکا در این قسمت از نمودار قرار دارند و با توجه به اینکه این دو ژنوتیپ توسط بهترین شاخص‌ها یعنی MSTI، GMP، STI، MP نیز انتخاب شده‌اند، به عنوان بهترین ارقام با پتانسیل عملکرد بالا و متحمل به شرایط کمبود آب در این طرح معرفی می‌شوند. زوایای بین بردارهای مربوط به شاخص‌ها و عملکردها در محیط بای پلات با ضرایب همبستگی بین آنها تطابق کامل دارد و همانطور که ملاحظه می‌شود بردارهای شاخص‌های معرفی شده ارتباط نزدیکی با بردارهای عملکرد در محیط تنش و نرمال دارند. بنابراین طبق نتایج حاصل از این تحقیق، شاخص‌های MP، STI، GMP، MSTI به عنوان بهترین شاخص‌ها جهت شناسایی ارقام متحمل به شرایط تنش کمبود آب و نیز در بین مواد مورد مطالعه، ارقام راموس و ری‌مارکا به عنوان ارقام متحمل به شرایط کمبود آب در شرایط آب و هوایی آزمایش معرفی می‌گردد.

جدول ۳- نتایج حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی با در نظر گرفتن مقادیر عملکرد در دو محیط و شاخص‌های خشکی به عنوان متغیر

	مؤلفه اول	مؤلفه دوم
Ys	-۰/۳۸۳	-۰/۱۸۷
Yp	-۰/۳۹۲	۰/۰۵۱
TOL	-۰/۲۹۸	۰/۵۲۵
MP	-۰/۳۹۲	-۰/۰۵۱۱
SSI	-۰/۰۴۱۲	۰/۸۰۴
STI	-۰/۳۹۲	-۰/۰۷۳۵
GMP	-۰/۳۹۲	-۰/۰۶۹۵
MSTI	-۰/۳۸۱	-۰/۱۶۲۷
نسبت واریانس توجیه شده	۸۰/۵۱	۱۹/۰۱
جمع کل واریانس توجیه شده	۸۰/۵۱	۹۹/۵۲
ریشه مشخصه	۶/۴۳۹	۱/۵۲۱

علیرغم اینکه نتایج این آزمایش، مشخصات اعلام شده برای ارقام راموس و ری‌مارکا توسط Cornell University (2005) مبنی بر متحمل بودن این ارقام به شرایط کمبود آب را تأیید می‌نماید و لذا می‌توان این ارقام را برای کاشت در شرایط کمبود آب معرفی نمود. هرچند که Lahlou & Ledent (2005) رقم راموس را به عنوان رقم حساس به شرایط تنش خشکی معرفی نموده‌اند که این امر ممکن است به دلیل شرایط محیطی متفاوت مکان‌های اجرای آزمایش باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

REFERENCES

1. Blum, A. & Gozlen, G. (1983). Association between plant production and some physiological components of drought resistance in wheat. *Plant Cell Environment*, 6, 219.
2. Cornell University, USA. (2005). Retrieved March 10, 2010, from *http://www.fao.org/biodiversity*.
3. Deblonde, P. M. K. & Ledent, J. F. (2001). Effects of moderate drought conditions on green leaf number, stem height, leaf length and tuber yield of potato cultivars. *European Journal of Agronomy*, 14(1), 31 - 41.
4. Ehdaie B., Whitkusb, R. W. & Wainesa, J. G. (2003). Root biomass, water-use efficiency, and performance of wheat–rye translocations of chromosomes 1 and 2 in spring bread wheat 'Pavon'. *Crop Science*, 43, 710-717.
5. Emamjomeh, A. (1999). *Determination of genetic distance by RAPD_PCR, evaluation of drought resistance and analysis of adaptation in Iranian chickpea*, M. Sc. dissertation, Faculty of Agronomy, Razi University, Kermanshah. (In Farsi).
6. Farshadfar, A., Zamani, M., motlebi, M. & Emamjomeh, A. (2001). Selection for resistance to drought on chickpea lines. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 32 (1), 65-77. (In Farsi).
7. Fernandez, G. C. J. (1992). Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance, In: Proceedings of *the International Symposium on Adaptation of Vegtables and other Food Crops in Temperature and Water Stress*, 257-270, Taiwan.
8. Fernandez, G. C. J., Chen, H. K. & Misler, J. C. (1989). Adaptation and environmental sensivity of mungbean genotypes evaluated in the International Mungbean Nursey. *Euphytica*, 41, 253-261.
9. Finaly, K. W. & Wilkinson, G. N. (1963). The analysis of adaptation in plant breeding program. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14, 742-754.
10. Fisher, R. A. & Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars, I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29, 897-912.
11. Iran Ministry of Agriculture, Department of statistics and technology of information, (2003). *Agricultural databases* in 1999-2000, No. 80.03. (In Farsi).
12. Lahlou, O. & Ledent, J. F. (2005). Root mass and depth, stolons and roots formed on stolons in four cultivars of potato under water stress. *European Journal of Agronomy*, 22, 159–173.
13. Maroofi A. & Farshadfar, A. (2002). Evaluation of drought resistance in Wheat substitution lines lines in normal and drought stress conditions. In: Proceedings of *the 7th Iranian Crop Science congress*, Karaj, Iran, pp. 610. (In Farsi).
14. Naderi, A., Majidi, A., Hashemi, A., Rezaei, A. & Noormohamadi, Gh. (1999). Efficiency of indices for evaluation of tolerance to environmental stresses and introduction of a new index. *Journal of Seed and Plant*, 15 (4), 390-396. (In Farsi).
15. Noormandmoayed, F., Rostami, M. & Ghanadha, M. (2001). Evaluation of drought resistance indices in wheat. *Iranian Journal of Crop Science*, 32 (4), 795-805. (In Farsi).
16. Rezaei, A. & Soltani, A. (1995). *Introduction to potato production*, Jahad Publications. (In Farsi).
17. Richards, R. A. & Belhassen, E. (1996). Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant growth Regulation*, 20 (2), 157-166.
18. Rosielle, A. A. & Hambling, J. (1981). Theoretical aspect of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science*, 21, 943-946.
19. Shiri, M., Valizadeh, M., Majidi, A. & Sanjari, A. (2002). Efficiency of indices for evaluation of moisture stress tolerance in crops. In: Proceedings of 7th *Iranian Crop Science congress*, Karaj, Iran, pp.580. (In Farsi).
20. Steyn, J. M., Plessis, H. F. & Fourie, P. (1998). Responces of potato genotypes to different irrigation water regimes. *WRC-Report*, 389, 1-98.
21. Toker, C. & Ilhan M. (1998). Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions. *Trend Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 615-621.
22. Tourneux, C., Devaux, A., Camacho, M. R., Mamani, P. & J. F. Ledent. (2003). Effects of water shortage on six potato genotypes in the highlands of Bolivia, I. Morphological parameters, growth and yield. *Agronomie*, 23, 169–179.

Archive of SID

www.SID.ir