Archive of SID

مجله تنش‌های محیطی در علوم گیاهی
جلد ۱، شماره ۲، زمستان ۱۳۸۸

بررسی واکنش ارقام و لاین‌های سویا به تنش کم آبی در مرحله نمو غلاف با استفاده از شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش

جهانفر دانشیان[۱]، حامد هادی[۲] *، پریسا جنوبی[۳]

۱- دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
۲- عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین
۳- استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه تربیت معلم

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۲۰

چکیده

اثر تنش کم آبی در مرحله‌ی تشکیل غلاف بر میزان تحمل هشت رقم و لاین سویا ارزیابی شد. نتایج نشان داد که عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب با شاخص تحمل، شاخص تحمل به تنش، میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری ارتباط مثبت و معنی‌داری داشت. عملکرد دانه در شرایط تنش با تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری ارتباط مثبت و معنی‌داری داشت. لاین M4 با تولید ۳۲۶۹ کیلوگرم در هکتار و لاین M12 نیز با مقدار ۱۷۳۹ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد دانه را در شرایط آبیاری مطلوب داشتند. در شرایط تنش کم آبی ژنوتیپ Clark با تولید ۱۳۸۵ کیلوگرم در هکتار بالاترین و لاین SRF پائین‌ترین عملکرد را با ۸۰۱ کیلوگرم در هکتار تولید کردند. کم‌ترین کاهش عملکرد را لاین M12 با ۲۹/۴ درصد و بیش‌ترین کاهش عملکرد را لاین M4 با ۶۳/۶ درصد کاهش نشان دادند. میانگین عملکرد ارقام در شرایط آبیاری و تنش به ترتیب برابر با ۲۵۱۲ و ۱۱۹۱ کیلوگرم در هکتار بود و شدت تنش معادل ۰/۵۲۶ بود. با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه درشرایط تنش کم آبی و مطلوب با میانگین هندسی بهره‌وری و شاخص تحمل به تنش، به نظر می‌رسد از این شاخص می‌توان در شناسایی ژنوتیپ‌ها متحمل به کم آبی استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: شاخص تحمل، میانگین هندسی بهره‌وری، شاخص حساسیت به تنش

---

* نگارنده مسئول (Hamedhadi9@Yahoo.Com)

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یکی از اهداف اصلاح نباتات، افزایش عملکرد در شرایط تنش‌های مختلف محیطی از جمله کمبود آب است. عملکرد دانه، بعنوان مهم‌ترین شاخص انتخاب ارقام مقاوم به خشکی، تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی زیادی است و این امر تهیه‌ی ژنوتیپ‌های مطلوب را مشکل می‌سازد. ارقام متحمل به خشکی ارقامی هستند که به طور نسبی در مقابل خشکی مقاومت می‌کنند و کاهش عملکرد چشمگیری ندارند (Clark *et al*., 1992) . ارزیابی ژنوتیپ‌ها برای تحمل به خشکی، بیش‌تر در شرایط تنش و بدون تنش انجام می‌شود، زیرا هدف اصلی این گونه تحقیقات، انتخاب ژنوتیپ‌هایی است که با هر دو شرایط سازگار باشند. شاخص‌های متفاوتی برای انتخاب گیاهان زراعی بر اساس عملکرد پیشنهاد شده است که بیش‌تر بر مبنای عملکرد گیاه در دو محیط تنش و غیر تنش تعریف می‌شوند (Fernandez, 1992).

Rosielle & Hamblin (1981) شاخص تحمل و میانگین تولید را معرفی کردند. Fisher & Maurer (1979) شاخص حساسیت به خشکی را بر مبنای عملکردهای محیط تنش و غیر تنش پیشنهاد نمودند. Fernandez (1992) شاخص‌های تحمل به تنش و میانگین هندسی تولید را پیشنهاد کرد. اثر تنش خشکی و سایر تنش‌ها در گیاهان مختلف، توسط پژوهشگران زیادی مورد بررسی قرار گرفته است.

Yadav & Bhatnagar (2001) با بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد ۳۰ رقم ارزن بیان کردند که متوسط عملکرد دانه در شرایط تنش ۷۲ درصد نسبت به شرایط بدون تنش کاهش یافت. آن‌ها از شاخص‌های میانگین حسابی، میانگین هندسی و شاخص تحمل به تنش استفاده نمودند و بیان کردند که میانگین‌های حسابی و هندسی به ترتیب برای تشخیص ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در محیط‌های بدون تنش و تنش مناسب هستند. همچنین شاخص تحمل به تنش معیار مناسبی برای تشخیص ژنوتیپ‌های سازگار با تنش است. شاخص‌های متفاوتی برای ارزیابی عکس‌العمل ژنوتیپ‌ها در شرایط محیطی مختلف و تعیین مقاومت و حساسیت آن‌ها ارائه شده است که قادر به تفکیک گروه A از سه گروه دیگر باشد. Rosielle & Hamblin (1981) شاخص‌های تحمل (Tol)[1] و میانگین حسابی (MP)[2] را معرفی کردند. مقدار بالای Tol نشانه‌ی حساسیت ژنوتیپ‌ها بر اساس مقادیر کم Tol و مقادیر بالای MP است. با استفاده از شاخص‌های MP و Tol امکان تفکیک ژنوتیپ‌های گروه B و C از یکدیگر بر اساس تقسیم‌بندی Fernandez (1992) وجود دارد. Fisher & Maurer (1979) شاخص حساسیت به تنش (SSI)[3] را پیشنهاد دادند. مقدار کم‌تر SSI نشان دهنده‌ی تغییرهای کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنش و در نتیجه پایداری بیش‌تر آن ژنوتیپ است. با استفاده از شاخص SSI ژنوتیپ‌های گروه B و C از سایر گروه‌ها بر اساس تقسیم‌بندی (Fernandez, 1992) قابل تمایزهستند. Fernandez (1992) شاخص تحمل به تنش STI را معرفی کرد. ژنوتیپ‌های پایدارتر بر اساس این شاخص دارای مقادیر بالاتر STI هستند، بنابراین انتظار می‌رود که با استفاده از این شاخص ژنوتیپ‌های گروه A از سایر گروه‌ها قابل تفکیک باشند. Fisher & Maurer (1979) در تهیه ارقام متحمل به خشکی دو مرحله را مطرح کردند. ابتدا در مرحله‌ی اول، ارقام بر اساس عملکرد

1- Tollerance Index
2- Mean Productivity
3- Susceptible Stress Index

www.SID.ir

Archive of SID

دانه در شرایط تنش آبی به گونه‌ای شدید و سریع غربال شوند و در مرحله‌ی دوم، نمونه‌های باقیمانده بر اساس صفات مرفوفیزیولوژیک مهم و مرتبط با عملکرد و مؤثر در تحمل به خشکی غربال می‌شوند. این ارقام یا لاین‌ها فرصت بیش‌تری برای استفاده از رطوبت ذخیره شده در خاک قبل از وقوع خشکی آخر دوره را دارند. این آزمایش برای بررسی وضعیت ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این آزمایش نسبت به شرایط قطع آبیاری در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی تأثیر تنش آبی در مرحله‌ی نمو غلاف سویا آزمایشی در اول خرداد در ایستگاه تحقیقات خاک و آب کرج واقع در ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۲۱ متر انجام شد. دو آزمایش مجزا در شرایط آبیاری مناسب و تنش قطع آب در مرحله‌ی نمو غلاف (R_3) بر اساس مراحل رشد سویا که توسط Fehr & Caviness (1977) بیان شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با ۸ ژنوتیپ به نام‌های 5 ، A3935, M12 Clark, Williams, M4،colombus و L11 متعلق به گروه‌های رشدی II تا IV اجرا شد. ارقام کلمبوس و کلارک به گروه رشدیIV، لاین اس‌اراف در گروه رشدی II و سایر ارقام و لاین‌ها به گروه رشدی III تعلق داشتند. هر کرت آزمایشی دارای ۴ خط به طول ۶ متر با فاصله خطوط ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته ۷-۵ سانتی‌متر روی خطوط کاشت در نظر گرفته شد. قبل از کاشت به میزان۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیم و ۴۰ کیلوگرم در هکتار اوره به خاک آزمایش اضافه شد. بذور سویا قبل از کاشت با باکتری برادی ریزوبیوم ژاپونیکوم فرم تجارتی هلی‌نیترو آغشته شدند. در طول دوره‌ی رشد یادداشت برداری‌های مربوط به خصوصیات ریخت‌شناسی و زراعی مانند زمان وقوع مراحل نمو فنولوژیک، ارتفاع گیاه، تعداد گره در ساقه‌ی اصلی، تعداد شاخه‌ی فرعی، انجام شد و در پایان دوره‌ی رشد پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط کاشت از مساحت حدود ۳ متر مربع، بوته‌ها برداشت شدند و عملکرد دانه محاسبه شد. همچنین ارزیابی عملکرد دانه براساس انتخاب ۵ بوته از هر کرت آزمایشی انجام شد. تنظیم دور آبیاری در قطعه آزمایشی و آبیاری کامل (بدون تنش رطوبتی) بر اساس رسیدن رطوبت خاک در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک به ۵۰ درصد آب قابل استفاده بوده و در قطعه‌ی آزمایشی تنش آبی، کلیه کرت‌های آزمایشی تا مرحله R_3 مطابق قطعه‌ی بدون تنش انجام شد و بعد از آن آبیاری قطع شد. زمان آبیاری دوباره هنگامی بود که آب قابل استفاده خاک در عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک به ۲۰ درصد رسید و بعد از آن آبیاری مطابق قطعه‌ی آبیاری کامل، انجام گرفت. مقدار آب آبیاری بر مبنای رسانیدن رطوبت خاک تا عمق ۶۰ سانتی‌متر به حد ظرفیت زراعی (FC) با استفاده از فرمول زیر محاسبه و اعمال شد (Dorenboss & Kassam, 1988).

$$In = [(FC - a_i)b.D]/100$$

که در این رابطه I_n عمق آب آبیاری بر حسب میلی‌متر، a_i رطوبت خاک برحسب وزنی قبل از آبیاری، D عمق توسعه‌ی ریشه برحسب میلی‌متر (۶۰ سانتی‌متر)، b وزن مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. حساسیت و تحمل ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش خشکی نسبت به آبیاری کامل با استفاده از شاخص‌های زیر انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

شدت تنش	(Fischer and Maurer, 1978)	$SI = 1 - (\overline{Ys} / \overline{Y}p)$
شاخص حساسیت به تنش	(Fischer and Maurer, 1978)	$SSI = [1 - (Ys / Yp)] / SI$
شاخص تحمل	(Rosielle and Hamblin, 1984)	$Tol = (Yp - Ys)$
میانگین بهره‌وری	(Rosielle and Hamblin, 1984)	$Mp = (Yp + Ys) / 2$
میانگین هندسی بهره‌وری	(Fernandez, 1992)	$GMP = (Yp.Ys)^{1/2}$
شاخص تحمل به تنش	(Fernandez, 1992)	$STI = (Yp.Ys) / (\overline{Y}p)^2$

Yp عملکرد ژنوتیپ در محیط بدون تنش، Ys عملکرد ژنوتیپ در محیط دارای تنش، $\overline{Yp}$ متوسط عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش، $\overline{Ys}$ متوسط عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط دارای تنش می‌باشند. برای محاسبات آماری از نرم‌افزار SPSS (ver. 17.0) انجام شد.

نتایج و بحث

گزینش ژنوتیپ‌هایی که هم به شرایط تنش و هم بدون تنش سازگاری دارند هدف اصلی آزمایش‌های آزمون عملکرد است. این راهکار هنگامی مناسب است که ژنوتیپ‌ها در شرایط مطلوب رشد می‌کنند ولی تنش‌های زنده و غیر زنده به شکل دوره‌ای اتفاق می‌افتند (Fernandez, 1992). معیارهای مختلفی برای گزینش ژنوتیپ‌ها بر اساس نمودشان در محیط‌های دارای تنش و یا بدون تنش پیشنهاد شده است. نتایج نشان داد که عملکرد پتانسیل با شاخص تحمل، شاخص تحمل به تنش، میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی بهره‌وری ارتباط مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۱). عملکرد شرایط تنش با تحمل به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری ارتباط مثبت و معنی‌داری داشت. شاخص حساسیت به تنش با شاخص تحمل همبستگی وجود داشت. شاخص تحمل با میانگین بهره‌وری (۰/۷۷۱) همبستگی داشت (جدول ۱). شاخص تحمل به تنش با میانگین بهره‌وری و میانگین هندسی بهره‌وری ارتباط داشت. میانگین بهره‌وری با میانگین هندسی بهره‌وری ارتباط داشت (جدول ۱).

SI یا شدت تنش، عددی است که بین صفر تا ۱ تغییر می‌کند و هر چه عدد آن بزرگ‌تر باشد شدت تنش بیش‌تر است. میانگین عملکرد ارقام در شرایط آبیاری و تنش به ترتیب برابر با ۲۵۱۲ و ۱۱۹۱ کیلوگرم در هکتار بود و شدت تنش معادل ۰/۵۲۶ می‌باشد (جدول ۲). Fernandez (1992) در تحقیق خود روی ماش، دو وضعیت تنش متوسط (SI=0.23) و تنش شدید (SI=0.76) را ملاک گزینش ارقام متحمل به خشکی با عملکرد بالا قرار داد. با توجه به عملکرد پتانسیل لاین M4 با تولید ۳۲۶۹ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد و لاین M12 نیز با مقدار ۱۷۳۹ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین عملکرد دانه را داشت. بر اساس عملکرد شرایط تنش ژنوتیپ Clark با تولید ۱۳۸۵ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد و لاین SRF450 پایین‌ترین عملکرد را با ۸۰۱ کیلوگرم در هکتار داشت. کم‌ترین کاهش عملکرد را لاین M12 با ۲۹/۴ درصد و بیش‌ترین کاهش عملکرد را لاین M4 با ۶۳/۶ درصد کاهش داشت (جدول ۲).

Fernandez (1992) ۲۱ رقم ماش را برای تعیین ارقام متحمل با پتانسیل عملکرد بالا، در دو شدت تنش مورد ارزیابی قرار داد و شاخص تحمل تنش (STI) را معرفی کرد که این شاخص قادر

www.SID.ir

Archive of SID

است ژنوتیپ‌هایی را که در دو محیط تنش و غیر تنش تظاهر یکسانی از خود شناسایی کند. گزینش ژنوتیپ‌هایی که هم به شرایط تنش و هم بدون تنش سازگاری دارند، هدف اصلی آزمایش‌های آزمون عملکرد است (Fernandez, 1992). بر اساس شاخص حساسیت به تنش (SSI) لاین M12 با مقدار ۰/۵۶۰ کم‌ترین حساسیت را به تنش داشت و بالاترین رتبه را کسب کرد و لاین M4 با مقدار ۱/۲۰۹ بیش‌ترین حساسیت به تنش را داشت. با توجه به نتیجه شاخص تحمل (TOL) لاین M12 با مقدار ۵۱۲ بیش‌ترین تحمل به تنش را نشان داد و لاین M12 با مقدار ۲۰۷۸ کم‌ترین تحمل را نشان می‌دهد. بر اساس شاخص تحمل به تنش لاین M4 با مقدار ۰/۵۲۷ کم‌ترین رتبه و کم‌ترین تحمل به تنش را داشت و لاین SRF450 با مقدار ۰/۲۵۱ بالاترین رتبه را داشت و بیش‌ترین تحمل به تنش را نشان داد. با شاخص میانگین بهره‌وری (MP) لاین M4 با مقدار ۲۲۳۰ کم‌ترین رتبه و بیش‌ترین بهره‌وری را داشت و لاین SRF450 با مقدار ۱۳۸۹ بیش‌ترین رتبه و کم‌ترین بهره‌وری را داشت. با شاخص میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) که نتایج آن تأیید کننده‌ی نتایج میانگین بهره‌وری بود و لاین‌های M4 و SRF450 به ترتیب با مقادیر ۱۹۷۳ و ۱۲۵۸ بیش‌ترین و کم‌ترین میزان میانگین هندسی بهره‌وری را داشتند (جدول۲). شاخص‌هایی که در هر دو محیط دارای همبستگی بالایی با عملکرد دانه باشند می‌توانند بعنوان شاخص‌های مناسب معرفی شوند، چرا که این شاخص‌ها قادر به جدا کردن و شناسایی ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه بالا در هر دو محیط می‌باشند (Fernandez, 1992). بر اساس روش Fernandez (1992) ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر توان عملکرد و تحمل به تنش به چهار گروه A (ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند)، B (ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط محیطی بدون تنش عملکرد بالایی دارند)، C (ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط تنش عملکرد نسبتاً بالایی دارند) و گروه D (ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد پایینی دارند)، تفکیک می‌شوند. Clark ، A3935، Williams ، Colombus ، L11 و M4 در گروه A قرار گرفتند که نشان دهنده‌ی ژنوتیپ‌هایی هستند که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند. هیچ ژنوتیپی در گروه B واقع نشد در حالی‌که در ناحیه C لاین M12 و در ناحیه D ، SRF450 قرار گرفت که به ترتیب ژنوتیپ‌هایی که فقط در شرایط تنش عملکرد نسبتاً بالایی دارند و ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد پایینی دارند تفکیک می‌شوند (شکل ۱). شاخص MP برای بالا بردن پتانسیل عملکرد عمل کرده و در بیش‌تر آزمایش‌های عملکرد، همبستگی میان MP با Ys نیز مثبت بود (Rosielle & Hamblin, 1981) بنابراین گزینش بر اساس MP بیش‌تر منجر به بهبود میانگین عملکرد در محیط تنش و بدون تنش شده ولی قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه B نیست. این امر به دلیل ویژگی میانگین حسابی بوده که در صورت اختلاف نسبتاً زیاد بین Ys و Yp حاصل آن به سمت بالا اریب است. STI و GMP به لحاظ همبستگی رتبه در یک مرتبه قرار می‌گیرند و هر چه مقدار STI بزرگ‌تر باشد تحمل به تنش و پتانسیل عملکرد ژنوتیپ هم بالاتر است، در شاخص STI شدت تنش نیز شرکت داشته و انتظار می‌رود که شاخص مذکور در تفکیک گروه A از گروه B و گروه C موفق باشد (Fernandez, 1992). گزینش بر اساس شاخص Tol، منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالقوه پایین شد، در حالی‌که گزینش بر اساس شاخص MP ژنوتیپ‌هایی را با عملکرد بالقوه بالا گزینش

www.SID.ir

Archive of SID

کرد. SSI در گزینش ارقام متحمل به خشکی ولی با عملکرد بالقوه پایین موفق بود، اما بهترین شاخص، STI بود که گروه A را از سایر گروه‌ها تفکیک کرد.

جدول ۱– ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد پتانسیل، عملکرد تنش و شاخص های تنش

صفت	عملکرد پتانسیل	عملکرد تنش	شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل	شاخص تحمل به تنش	میانگین بهره وری
عملکرد تنش	۰/۲۸۷					
شاخص حساسیت به تنش	۰/۶۸۸**	-۰/۴۶۵				
شاخص تحمل	۰/۹۲۹**	-۰/۰۸۸	۰/۸۹۵**			
شاخص تحمل به تنش	۰/۸۷۳**	۰/۷۱۳*	۰/۲۷۵	۰/۶۳۲		
میانگین بهره وری	۰/۹۵۲**	۰/۵۶۷	۰/۴۴۳	۰/۷۷۱*	۰/۹۷۹**	
میانگین هندسی بهره‌وری	۰/۸۵۸**	۰/۷۳۶*	۰/۲۴۵	۰/۶۰۸	۰/۹۹۸**	۰/۹۷۴**

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

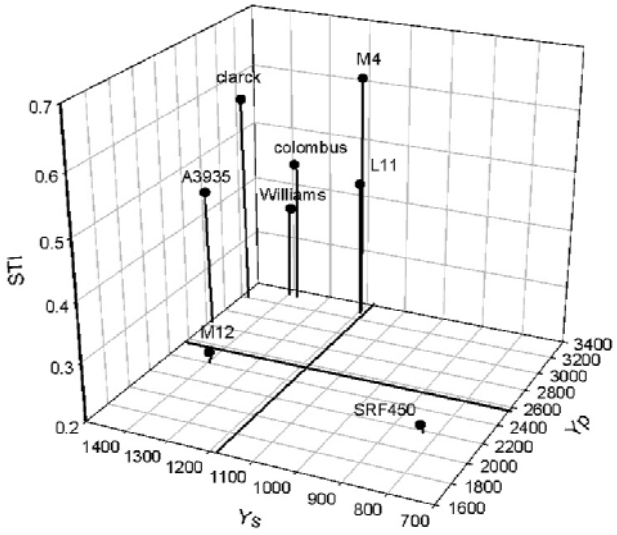
جدول ۲– عملکرد پتانسیل و تنش و شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش

ژنوتیپ	عملکرد پتانسیل	عملکرد تنش	شاخص حساسیت به تنش	رتبه	شاخص تحمل	رتبه	شاخص تحمل به تنش	رتبه	میانگین بهره‌وری	رتبه	میانگین هندسی بهره‌وری	رتبه
S.R.F.450	۱۹۷۷	۸۰۱	۱/۱۳۱	۶	۱۱۷۶	۳	۰/۲۵۱	۸	۱۳۸۹	۸	۱۲۵۸	۸
Colombus	۲۶۸۶	۱۲۳۷	۱/۰۲۶	۵	۱۴۴۹	۶	۰/۵۲۷	۳	۱۹۶۲	۴	۱۸۲۳	۳
M4	۳۲۶۹	۱۱۹۱	۱/۲۰۹	۸	۲۰۷۸	۸	۰/۶۱۷	۱	۲۲۳۰	۱	۱۹۷۳	۱
Williams	۲۵۰۳	۱۲۰۶	۰/۹۸۵	۴	۱۲۹۷	۴	۰/۴۷۹	۶	۱۸۵۵	۵	۱۷۳۷	۶
Clark	۲۷۷۳	۱۳۸۵	۰/۹۵۲	۳	۱۳۸۸	۵	۰/۶۰۹	۲	۲۰۷۹	۲	۱۹۶۰	۲
M12	۱۷۳۹	۱۲۲۷	۰/۵۶۰	۱	۵۱۲	۱	۰/۳۳۸	۷	۱۴۸۳	۷	۱۴۶۱	۷
A3935	۲۳۲۵	۱۳۷۱	۰/۷۸۰	۲	۹۵۴	۲	۰/۵۰۵	۴	۱۸۴۸	۶	۱۷۸۵	۴
L11	۲۸۲۰	۱۱۰۷	۱/۱۵۵	۷	۱۷۱۳	۷	۰/۴۹۵	۵	۱۹۶۴	۳	۱۷۶۷	۵
میانگین	۲۵۱۲	۱۱۹۱										

شدت تنش معادل ۰/۵۲۶ می‌باشد

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱– نمودار سه بعدی عملکرد پتانسیل، عملکرد تنش و شاخص تحمل به تنش

منابع

Doorenbos,J. and A.H.Kassam .1988. Yield response to yield. FAO irrigation and drainage, paper No. 33.Rome, Italy.

Fehr,W.R., and C.E.Caviness. 1980. Stages of soybean development. Iowa Crop Ext. Serv. Agric. Home Econ. Exp. Stn. Spc. Rep. 80.

Fernandez.G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress proc. of the symp. Taiwan, 13-18 Aug. 25: 257-270.

Fisher,R.A., and R.Maurer. 1979. Drought resistance in spring wheat cultivars. 2. Yield association with morpho- physiological traits. Aus. J. Agric. Res. 30: 1001-1005.

Kadhem,F.A. J.E.Specht, and J.H.Williams. 1985. Soybean irrigation serially timed during stages R1 to R8. I. Agronomic responses. Agron. J. 77: 297-298.

Quisenberry,J.E. 1982. Breeding for drought resistance and plant water effiency. In: Christiansen, M.N. and P. Lewis (eds.). Breeding plants for less favorable environments Wiley Interscience. New York, USA. pp. 193-212.

Rosielle,A.A. and J.Hamblin. 1981. The theoretical aspects of selection for yield in stress and monsters environment. Drop sci. 21; 943-946.

Yadav,O.P. and S.K.Bhatnagar. 2001. Evaluation of indices for identification of pear millet cultivars adapted to stress and non-stress conditions. Field Crops Res. 70: 201-208.

www.SID.ir