مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد۳ ، شماره ۱، بهاره۱۳۹۹

مجله پژوهش‌های به زراعی

بررسی شاخص های تحمل به تنش کمبود آب در چهار ژنوتیپ گلرنگ

میثم فراست[۱]، نورعلی ساجدی[۲]*، محمد میرزاخانی[۳]

۱-کارشناس ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، اراک، ایران
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فراهان، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، فراهان، ایران

تاریخ دریافت : ۸۹/۰۹/۲۸ تاریخ پذیرش : ۹۰/۰۴/۲۳

چکیده

به منظور بررسی شاخص های تحمل به تنش کمبود آب در چهار ژنوتیپ گلرنگ، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت. تیمارها شامل: سه سطح آبیاری ۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه و ژنوتیپ های گلرنگ شامل: اصفهان-۱۴، محلی اصفهان، PI-537598 و IL-111 بودند. در این آزمایش شاخص های کمی تحمل شامل: شاخص متوسط بهروری، شاخص تحمل، شاخص حساسیت به تنش، شاحص تحمل به تنش، شاخص میانگین هندسی بهروری و شاخص میانگین هارمونیک محاسبه شدند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب، تنش متوسط و تنش شدید از رقم محلی اصفهان حاصل شد. ژنوتیپ محلی اصفهان بر اساس شاخص های STI، MP، GMP و Harm و ژنوتیپ IL-111 بر اساس شاخص های SSI و TOL در هر دو شرایط تنش کمبود آب متحمل ترین ژنوتیپ ها شناخته شدند. همچنین شاخص های STI، MP، GMP و Harm همبستگی مثبت و معنی داری را در شرایط مطلوب رطوبتی، تنش متوسط و تنش شدید با عملکرد نشان دادند. بنابراین می توان از شاخص های STI، MP، GMP و Harm برای شناسایی ارقام دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط مطلوب و تنش استفاده نمود.

واژه های کلیدی: تنش کمبود آب، شاخص های تحمل، عملکرد دانه، گلرنگ

---

* نگارنده مسئول(N-sajedi@iau-arak.ac.ir)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت و مصرف سرانه روغن، افزایش سطح زیر کشت دانه های روغنی و افزایش عملکرد آنها برای کاهش وابستگی به کشورهای دیگر ضروری است، در حال حاضر بخش عمده ای از روغن مورد استفاده داخلی از خارج تأمین می گردد. از بین دانه های روغنی سازگار با آب و هوای ایران، گلرنگ(*Carthamustinctorius* L.) از جایگاه ویژه ای برخوردار است و در مناطق دارای کمبود آب سازگاری خوبی دارد. میزان روغن دانه های آن ۴۰-۲۷ درصد و ۱۹-۱۵ درصد پروتئین دارد (بای بوردی،۱۳۸۶). تنش های محیطی بزرگترین عامل محدود کننده ی عملکرد قابل برداشت نسبت به پتانسیل عملکرد در گیاهان زراعی می باشد(Boyer, 1982). نتایج بدست آمده در مناطق مختلف، تحت تنش خشکی نشان می دهد عملکرد دانه گلرنگ از ۱ تا ۳/۳ تن در هکتار متغیر است(Esendal *et al*., 2008). این نتایج در مناطق دیگر مانند کالیفرنیا (Cavero *et al* ., 1999) ، آریانای تونس (Hamrouni *et al*., 2001)، پامپاس آرژانتین (Quiroga*et al* ., 2001)، پوتنزای ایتالیا (Lovelli *et al* ., 2007) و اوریسای هند (Kar *et al* ., 2007) نیز گزارش شده است. Richard (1986) اظهار داشت انتخاب ژنوتیپ ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی باعث تجمع آلل های مطلوب شده و ژنوتیپ هایی با عملکرد بالاتر گزینش می شوند.

Patil *et al* (1992) هفت واریته گلرنگ را در پنج منطقه تحت شرایط خشکی و هشت واریته را در چهار منطقه تحت شرایط بدون تنش ارزیابی کردند. تفاوت معنی داری از نظر عملکرد دانه بین ژنوتیپ ها و نیز اثر متقابل ژنوتیپ و محیط وجود داشت. در این آزمایش ژنوتیپ های مطلوب برای هر یک از شرایط آبی و دیم مشخص گردیدند (Patil *et al*., 1992). برای گزینش ژنوتیپ ها بر اساس واکنش آنها در محیط های واجد یا فاقد تنش، معیارهای مختلفی پیشنهاد شده است. Hamblin &Rosielle(1981) شاخص تحمل(Tol)[1] و شاخص بهره وری متوسط(MP)[2]، Fischer& Muarer (1978)شاخص حساسیت به تنش (SSI)[3]و Fernandez (1992) شاخص تحمل به تنش(STI)[4] را برای ارزیابی ژنوتیپ ها نسبت به تنش های محیطی پیشنهاد کرده اند. ژنوتیپ ها بر اساس واکنش آنها در محیط های تنش و بدون تنش به چهار گروه دسته بندی می شوند: گروه (A) ژنوتیپ هایی هستند که هم در محیط تنش وهم در محیط بدون تنش عملکرد خوبی دارند. گروه(B)ژنوتیپ هایی هستند که فقط در محیط بدون تنش عملکرد مطلوب دارند. ژنوتیپ های گروه(C) در محیط تنش نسبتا بهتر از محیط بدون تنش، هستند. گروه(D) در محیط تنش و بدون تنش مطلوب نیستند. در همین رابطه بهترین معیار گزینش معیاری است که قادر به تفکیک گروه(A) از سه گروه دیگر باشد(Fernandez, 1992).Rezaeizad (2007) گزارش کرد که شاخص هایGMPوSTI مناسب ترین شاخص ها برای ارزیابی تحمل به تنشخشکی ژنوتیپ ها در آفتابگردان می باشند.

1 -Tolerance Index
2 -Mean Productivity
3-Stress Susceptility Index
4- Stress Tolerance Index

Archive of SID

www.SID.ir

Khalili *et al* (2004) گزارش کردند که شاخص هایSTI وGMP قابلیت بیشتری برای گزینش هیبریدهای ذرت با عملکرد بالا در هر دو محیط تنش خشکی و بدون تنش دارند .

Souri *et al* (2005) گزارش کردند که شاخص هایSTI، GMP وMP مناسب ترین شاخص های عکس العمل ژنوتیپ های نخود در برابر خشکی می باشند. Karami *et al* (2006) گزارش کردند که مناسبترین شاخص ها برای غربال کردن ژنوتیپ های جوMP ، GMP وSTI می باشند. لذا با توجه به اینکه کشور ایران در تقسیم بندی جهانی جزء کشورهای خشک و نیمه خشک محسوب می شود لذا انتخاب ژنوتیپ های متحمل به خشکی گلرنگ به عنوان یک گیاه بومی کشور می تواند نقش موثری در تولید دانه های روغنی ایفا نماید.

مواد و روش ها

به منظور غربال کردن چهار ژنوتیپ گلرنگ با استفاده از شاخص های متحمل به تنش خشکی ، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت. طول و عرض جغرافیایی محل مورد آزمون ۳۴ درجه و ۴ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۵۷ متر بود. این منطقه تابستان های ملایم تا گرم و زمستان های سرد دارد. تغییرات درجه حرارت این شهرستان بسیار بالاست به طوری که سالیان گذشته، حداقل مطلق درجه حرارت در سال ۱۳۸۶ به ۴۰- درجه سانتی گراد و حداکثر مطلق سال ۱۳۶۵ به ۴۴+ درجه سانتی گراد هم رسیده است. زمستان آن طولانی و تابستان آن کوتاه است و معمولاً برودت هوا از آبان ماه شروع و گاهی تا اردیبهشت ماه ادامه می یابد.

تیمار های مورد مطالعه شامل آبیاری در سه سطح ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه و ژنوتیپ های گلرنگ بهاره به نام های محلی اصفهان، اصفهان-۱۴، IL-111 و PI-537598 بودند. خصوصیات ژنوتیپ ها به این شرح است: محلی اصفهان، این ژنوتیپ مربوط به منطقه اصفهان می باشد.

ژنوتیپی بدون خار با گل های قرمز و دیررس است. متوسط عملکرد آن حدود ۲۰۰۰-۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار است. ارتفاع آن حدود ۱۰۰-۸۰ سانتی متر، وزن هزار دانه حدود ۳۵ گرم، طول دوره رشد آن ۱۳۸ روز می باشد. کشت پاییزه این ژنوتیپ در مناطق گرمسیر نظیر خوزستان، جیرفت، ایرانشهر و بوشهر و کشت بهاره آن در مناطق سرد و معتدل سرد نظیر کرج، ورامین، زرقان، اسلام آباد، نیشابور، اصفهان، تبریز و اراک انجام می شود. از نظر رشد رویشی بسیار خوب، دارای ارتفاع بلند و تولید تعداد زیادی شاخه فرعی می نماید. اصفهان-۱۴، این لاین بر گرفته از ژنوتیپ محلی اصفهان است و خصوصیات آن مانند محلی اصفهان می باشد با این تفاوت که ارتفاع، عملکرد، وزن هزار دانه، تحمل به خشکی و تعداد شاخه فرعی آن بیشترازمحلی اصفهان‌است.

PI-537598 ، ژنوتیپی خارجی است که در طول سال‌های مورد بررسی در هفت منطقه کرمانشاه، کردستان، ایلام، لرستان، اردبیل، خراسان شمالی و گنبد در کشت پاییزه دیم، همواره جزو لاین‌های برتر بوده و ۵۹/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش عملکرد داشته است. این لاین زودرس، تیپ رشد بینابین، متحمل به تنش خشکی، خاردار، دارای گل های زرد و نارنجی با متوسط ارتفاع بوته ۱۰۳/۵ سانتیمتر و وزن هزار دانه ۳۴/۷ گرم می باشد.

IL-111، این ژنوتیپ دارای ارتفاع کم تا متوسط بوده، گل های آن قرمز و نارنجی پر رنگ، دارای غوزه های بزرگ و دانه های درشت با وزن هزار دانه

Archive of SID

www.SID.ir

۴۴ گرم و با میزان ۲۸ درصد روغن دانه می باشد. در مناطق اصفهان و کرج کشت می شود ولی به کم آبی حساس است.

بذر مورد استفاده، از شرکت توسعه کشت دانه های روغنی اصفهان تهیه گردید. عامل تنش به عنوان تیمار اصلی در کرت های اصلی و ارقام به عنوان تیمار فرعی در کرت های فرعی قرار گرفتند. عملیات داشت شامل آبیاری به طور مرتب هر هفته یکبار که از ابتدای کشت تا هنگام مرحله ابتدایی ساقه دهی انجام شد ولی پس از آن تنش در هر آبیاری اعمال گردید.

تعیین نیاز آبی بر اساس داده های تشتک تبخیر کلاسA هر هفت روز یک بار صورت گرفت. تبخیر روزانه از تشتک (V) اندازه گیری شد و با توجه به مساحت تشتک تبخیر(S) ، میزان آب تبخیر شده(H) محاسبه شد. همچنین از حاصلضرب ضریب تشتک و آب تبخیر شده، تبخیر و تعرق پتانسیل بدست آمد. سپس از رابطه (۱) میزان آب ورودی به کرت محاسبه شد (علیزاده، ۱۳۷۲).

رابطه (۱) تبخیر و تعرق پتانسیل × ضریب گیاهی × کارایی آب مزرعه × مساحت کرت - حجم آب

ضریب محصول ذرت از ۰/۳۶ تا ۰/۵۸ در اوائل رشد، ۰/۷۱ تا ۱/۱۳ در اواسط رشد و از ۰/۹۸ تا ۰/۶۵ در مرحله برداشت متفاوت است (۷). کارایی آبیاری۸۰ درصد در نظر گرفته شد. آبیاری کرت ها با استفاده از سیفون و با توجه به ارتفاع سطح آب در جوی اصلی و در کرت تعیین شد.

برای محاسبه دبی سیفون ها از رابطه (۲) استفاده شد(علیزاده، ۱۳۷۲).

رابطه (۲)

$$Q=C\times A/1000\sqrt{2gh}$$

در رابطه ۲ پارامتر ها عبارتند از:

Q: دبی ورودی به هر کرت

C: دهانه ورودی سیفون

A: مساحت سیفون

h: اختلاف ارتفاع سطح آب کرت و جوی اصلی

G: شتاب ثقل برابربا ۹/۸ متر بر مجذور ثانیه.

با تقسیم میزان آب ورودی بر دبی محاسبه شده برای سیفون ها، زمان آبیاری مطلوب بدست آمد.

آماده سازی زمین در اردیبهشت ماه به صورت شخم نیمه عمیق انجام گرفت.قبل از کاشت از خاک مزرعه نمونه برداری شد که نتایج آن در جدول ۱ ارایه شده است. کاشت در نیمه خرداد ماه ۱۳۸۸ انجام شد. فاصله بین پشته ها ۶۰ سانتی متر و طول پشته ها ۶ متر و هر کرت شامل ۴ خط کشت در نظر گرفته شد. وجین علف های هرز به صورت دستی و عملیات تنک کردن بوته ها در زمان شروع ساقه دهی انجام شد. برای تعیین عملکرد دانه از هر کرت آزمایشی مساحتی برابر دو متر مربع برداشت شد و عملکرد دانه در واحد سطح محاسبه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

عمق (سانتی متر)	درصد اشباع	هدایت الکتریکی (میکرو زیمنس بر سانتی متر)	اسیدیته گل اشباع	مواد خنثی شونده (درصد)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم)	شن (درصد)	سیلت(درصد)	رس (درصد)	بافت خاک
۳۰ -۰	۳۸/۸	۱/۷	۷/۷	۱۶	۰/۸۷	۰/۰۹	۱۶/۸	۲۲۰	۲۶	۳۸	۳۶	CL

محاسبه شاخص های تحمل به تنش کمبود آب

شاخص حساسیت به تنش (SSI)

این روش توسط Maurer& (1978) Fischerپیشنهاد شد و به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$SSI = \frac{1 \quad (Y_S / Y_P)}{1 \quad (\overline{Y}_S / \overline{Y}_P)}$$

که در این رابطه Y_S عملکرد دانه یک ژنوتیپ در شرایط تنش، Y_Pعملکرد دانه یک ژنوتیپ در شرایط بدون تنش، $\overline{Y}_S$متوسط عملکرد دانه یک ژنوتیپ در شرایط تنش و $\overline{Y}_P$متوسط عملکرد دانه یک ژنوتیپ در شرایط بدون تنش می باشد. هر چه مقادیر شاخص حساسیت به خشکی کوچکتر باشد نشان دهنده تحمل بیشتر ژنوتیپ به شرایط تنش می باشد.

شاخص تحمل به تنش (STI)

این شاخص توسط Fernandez (1992) پیشنهاد گردید و از رابطه زیر بدست می آید:

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

هر چه مقادیر این شاخص بالا تر باشد نشان دهنده تحمل بیشتر آن ژنوتیپ به تنش می باشد.

شاخص تحمل (TOL)

این شاخص توسط Rosielle& Hamblin (1981) پیشنهاد گردیده است و از رابطه زیر بدست می آید:

$$TOL = (Y_P - Y_S)$$

هر چه مقادیر این شاخص بالا تر باشد نشان دهنده حساسیت بیشتر آن ژنوتیپ به تنش می باشد.

شاخص متوسط محصول دهی[1] (MP)

این شاخص نیز توسط روزیل و همبلین در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد گردیده است و از رابطه زیر بدست می آید:

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

هر چه مقادیر این شاخص بالا تر باشد نشان دهنده تحمل بیشتر آن ژنوتیپ به تنش می باشد.

میانگین هندسی محصول دهی[2] (GMP)

این شاخص توسط Fernandez (1992) مطرح شد که از رابطه زیر بدست می آید:

$$GMP = \sqrt{Y_P \times Y_S}$$

هر چه مقادیر این شاخص بالا تر باشد نشان دهنده تحمل بیشتر آن ژنوتیپ به تنش می باشد.

1- Mean Productivity
2- Geometric Mean Productivity

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین هارمونیک(Harm)

این شاخص توسط Rosielle&Hamblin (1981) پیشنهاد گردیده است و از رابطه زیر بدست می آید:

$$Harm = \frac{2(Y_P \times Y_S)}{Y_P + Y_S}$$

هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد مطلوب تر است.

محاسبه و تجزیه و تحلیل آماری

کلیه داده های حاصل از نمونه برداری ها و نتایج آزمایشگاهی، توسط نرم افزار Mstat-cو SPSS تجزیه و تحلیل گردید و سپس مقایسه میانگین ها با کمک آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند و از نرم افزار Excel برای رسم نمودار ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

مهم ترین عامل در تولید گیاهان زراعی میزان عملکرد دانه محسوب می شود. بر اساس نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس، صفت عملکرد دانه تحت تأثیر تیمار آبیاری قرار گرفت و در سطح احتمال ۱درصد معنی دار شد(جدول۱). به طوری که بیشترین عملکرد دانه در تأمین ۱۰۰ درصد آب مورد نیاز گیاه با ۱۱۹۸/۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در تأمین ۵۰ درصد آب مورد نیاز گیاه با ۹۳۶/۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد(جدول۲). به نظر می رسد در مرحله رشد رویشی گیاه اعمال تنش خشکی منجر به کوچک شدن سطح برگ و کاهش شاخص سطح برگ در واحد سطح می شود و در نتیجه کاهش عملکرد در این مرحله به واسطه کاهش تعداد دانه در غوزه حاصل می شود (Rostami *et al*., 2003). اما کاهش عملکرد در مرحله زایشی به واسطه کاهش دوره پر شدن دانه ها، کوچک شدن دانه ها و کاهش وزن دانه ها نیز می باشد. کاهش عملکرد و اجزای آن در تیمار تنش شدید (آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) را می توان به علت کاهش تعداد دانه و وزن هزار دانه دانست. دلیل کاهش تعداد دانه ممکن است به علت کاهش تعداد سلول های آندوسپرمی تولید شده در مرحله پر شدن دانه باشد و بیشترین اثر تنش رطوبتی روی وزن دانه در مدت پر شدن دانه باشد. همچنین دلیل این امر را می توان به عدم نمو دانه پس از گرده افشانی و باروری دانست. صفت عملکرد دانه تحت تأثیر ارقام قرار گرفت و در سطح احتمال ۱درصد معنی دار شد. به طوری که ژنوتیپ محلی اصفهان با عملکرد دانه ۱۴۰۲/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ IL-111با عملکرد دانه ۷۴۰/۲ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار را دارا بودند. بین ژنوتیپ های اصفهان-۱۴ و PI-537598 تفاوت معنی داری مشاهده نشد. میرزاخانی و همکاران (۱۳۸۱) گزارش نمودند که بیشترین عملکرد دانه از رقم اراک–۲۸۱۱ حاصل شد که با ارقام ژیلا و محلی اصفهان در یک گروه آماری قرار گرفتند. در این بررسی در اثرات متقابل بین آبیاری و ارقام از نظر آماری تفاوت معنی داری مشاهده نگردید. با این وجود تیمار ها در گروه های مختلف قرار گرفتند. بیشترین عملکرد دانه هم در شرایط مطلوب رطوبتی و هم در شرایط تنش از ژنوتیپ محلی اصفهان حاصل شد. با بررسی ضرایب همبستگی بین صفات، مشخص گردید که بین صفت عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد برگ در بوته همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. بین صفت عملکرد دانه با صفت تعداد شاخه فرعی همبستگی منفی و معنی داری وجود داشت.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص حساسیت به تنش

این روش توسط Fischer& Maurer (1978) پیشنهاد شد. هر چه مقادیر شاخص حساسیت به خشکی کوچکتر باشد، نشان دهنده تحمل بیشتر ژنوتیپ به شرایط تنش می باشد.

در این آزمایش استفاده از شاخص SSI نشان داد، در تیمار آبیاری معادل ۷۵ درصد و ۵۰ درصد، درصد نیاز آبی گیاه رقم IL-111 با کمترین SSI به ترتیب با ۰/۱۳ **و** ۰/۴۵ متحمل ترین رقم نسبت به شرایط تنش خشکی بود. این تیمارها دارای عملکرد پایین تر از میانگین عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش بود و بر اساس مدل فرناندز (۱۹۹۲) در گروه D قرار گرفت (جداول ۱ و ۲). با بررسی جداول ضرایب همبستگی بین شاخص های مختلف تحمل به تنش خشکی، مشخص گردید که بین این شاخص با شاخص TOLدر آبیاری معادل ۷۵ درصدو ۵۰ درصد،درصد نیاز آبی گیاه همبستگی مثبت و معنی داری به ترتیب r= ۰/۹۸* وr=۰/۹۵* وجود دارد (جداول ۳ و ۴). بنابراین شاخصSSIگزینش رابه سوی تیمارهای متحمل سوق میدهد.

شاخص تحمل به تنش

این شاخص توسط فرناندز در سال ۱۹۹۲ پیشنهاد گردید. هر چه مقادیر این شاخص بالا تر باشد، نشان دهنده تحمل بیشتر آن ژنوتیپ به تنش می باشد. در این بررسی رقم محلی اصفهان در هر دو تیمار آبیاری معادل ۷۵ درصد با STI برابر ۱/۴۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی با STI برابر ۱/۳۵ دارای بالاترین سطح تحمل به تنش بود (جداول ۱ و ۲). شاخص تحمل به تنش ژنوتیپ هایی را گزینش می کند که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند. بنابراین بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ ها شاخص STI می باشد. (Fernandez,1992).بنا بر اعتقاد فرناندز مناسبترین شاخص آن است که بتواند گروه A را از سایر گروه ها تشخیص دهد. رقم محلی اصفهان بدلیل عملکرد دانه بالاتر ازمیانگین در هر دوشرایط تنش و بدون تنش درگروه A قرارگرفت. در یک بررسیSTI به عنوان مطلوب ترین شاخص مقاومت به خشکی در لاین های گندم معرفی شد (Farshadfar & Shutka, 2003). همچنین STI در مقاومت به خشکی لاین های بادام زمینی که تلفیقی از کاهش عملکرد و پتانسیل عملکرد بود استفاده شد و مشاهده گردید که STI با عملکرد، تحت هر دو شرایط تنش خشکی همبستگی بالایی نشان می دهد (Clavel, 2005). با بررسی جداول ضرایب همبستگی بین شاخص های مختلف تحمل به تنش خشکی، مشخص گردید که بین این شاخص با شاخص های MP، GMPوHarm در هر دو سطح تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت (جداول ۳ و ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ - برآورد شاخص های تحمل به تنش خشکی در ارقام گلرنگ در شرایط آبیاری مطلوب و آبیاری معادل ۷۵٪ نیاز آبی گیاه

ارقام	Y_P	Y_S	SSI	STI	TOL	MP	Harm	GMP
اصفهان-۱۴	۱۲۵۶/۹۵	۱۰۷۶/۳	۱/۳۵	۰/۹۲	۱۸۰/۶۵	۱۱۶۶/۶۲	۱۱۵۹/۶۳	۱۱۶۳/۱۲
محلی اصفهان	۱۵۸۳/۰۵	۱۳۴۰/۹	۱/۴۴	۱/۴۵	۲۴۲/۱۵	۱۴۶۱/۹۷	۱۴۵۱/۹۵	۱۴۵۶/۹۵
PI-537598	۱۲۰۵/۱۵	۱۱۲۵/۹۷	۰/۶۱۸	۰/۹۳	۷۹/۱۸	۱۱۶۵/۵۶	۱۱۶۴/۲۱	۱۱۶۴/۸۸
IL-111	۷۸۳/۴	۷۷۲/۵	۰/۱۳	۰/۴۱	۱۰/۹	۷۷۷/۹۵	۷۷۷/۹۱	۷۷۷/۹۳
میانگین	۱۲۰۷/۱۳	۱۰۷۸/۹۱	۰/۸۸۵	۰/۹۳	۱۲۸/۲۲	۱۱۴۳/۰۲	۱۱۳۸/۴۲	۱۱۴۰/۷۲

جدول ۲ - برآورد شاخص های تحمل به تنش خشکی در ارقام گلرنگ در شرایط آبیاری مطلوب و آبیاری معادل ۵۰٪ نیاز آبی گیاه

ارقام	Y_P	Y_S	SSI	STI	TOL	MP	GMP	Harm
اصفهان-۱۴	۱۲۵۶/۹۵	۱۰۴۰/۱	۰/۷۷۹	۰/۸۹	۲۱۶/۸۵	۱۱۴۸/۵۲	۱۱۴۳/۳۹	۱۱۳۸/۲۹
محلی اصفهان	۱۵۸۳/۰۵	۱۲۸۴/۱	۰/۸۵۳	۱/۳۹	۲۹۸/۹۵	۱۴۳۳/۵۷	۱۴۲۵/۷۶	۱۴۱۷/۹۹
PI-537598	۱۲۰۵/۱۵	۷۳۲/۱	۱/۷۷۳	۰/۶۰	۴۷۳/۰۵	۹۶۸/۶۲۵	۹۳۹/۳۰۳	۹۱۰/۸۷
IL-111	۷۸۳/۴	۷۰۳/۷	۰/۴۵۹	۰/۳۷	۷۹/۷	۷۴۳/۵۵	۷۴۲/۴۸	۷۴۱/۴۱
میانگین	۱۲۰۷/۱۳	۹۴۰	۰/۹۶۶	۰/۸۱	۲۶۷/۱۳	۱۰۷۳/۵۷	۱۰۶۲/۷۳	۱۰۵۲/۱۴

شاخص تحمل

در ارزیابی تیمارها با استفاده ازشاخص TOLطبق فرمول، مقدار بالای TOLحاکی از تغییرات بیشتر عملکرد این تیمارها در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی می باشد و حساسیت تیمارها را نسبت به شرایط تنش خشکی نشان می دهد. براساسشاخصTOL تحمل نسبی بیشتر متعلق به تیماری است کهTOL کوچکتری داشته باشد. بنابراین گزینش برای تحمل تنش با حداقل اختلاف در بین Y_P و Y_S همراه است، هر چه مقادیر این شاخص بالاتر باشد، نشان دهنده حساسیت بیشتر آن ژنوتیپ به تنش می باشد. در این تحقیق کمترین میزان شاخص تحمل ۱۰/۹**و**۷۹/۷به ترتیب در هر دو تیمار آبیاری معادل ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه، مربوط به رقم IL-111 بود (جداول ۱ و ۲). رقم IL-111 به دلیل عملکرد دانه پایینتر ازمیانگین در هر دو شرایط تنش و بدون تنش در گروه D قرارگرفت. با برآورد شاخص های مقاومت به خشکی در گلرنگ های پاییزه مشخص شد که دو شاخص TOL و STI ژنوتیپ های مقاوم را از سایر ژنوتیپ ها بهتر تفکیک می نمایند (لیراوی، ۱۳۸۴). با بررسی جداول ضرایب همبستگی بین شاخص های مختلف تحمل به تنش خشکی، مشخص گردید که بین این شاخص با شاخص SSI در هر دو سطح تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد (جداول ۳ و ۴).

شاخص متوسط محصول دهی

این شاخص نیز توسط Hamblin &Rosielle (1981) پیشنهاد گردیده است، هر چه مقادیر اینشاخص بالا تر باشد، نشان دهنده تحمل

Archive of SID

www.SID.ir

بیشتر آن ژنوتیپ به تنش می باشد. در این بررسی بیشترین میزانشاخص متوسط محصول دهی در هر دو تیمار آبیاری معادل ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه در رقم محلی اصفهان مشاهده گردید (جداول ۱ و ۲). با بررسی جداول ضرایب همبستگی بین شاخص های مختلف تحمل به تنش خشکی، مشخص گردید که بین شاخص متوسط محصول دهی با شاخص های GMP،STI و Harm در هر دو سطح تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد (جداول ۳ و ۴).بنابراین شاخصMP گزینش را به سوی تیمار های پر بازده در هر دو شرایط تنش و بدون تنش سوق می دهد. نتایج این تحقیق با نتایج احمد زاده (۱۳۷۶) ، مقدم و هادی زاده (۱۳۷۹) و شیرین زاده و همکاران (۱۳۸۷) در لاین ها و هیبرید های ذرت که اعلام نمودند شاخص MP در گزینش هیبرید های متحمل به تنش نسبت به شاخص های SSI و TOL بهتر عمل می کند، مطابقت دارد.

میانگین هندسی محصول دهی

این شاخص توسط Fernandez (1992)مطرح شد. هر چه مقادیر این شاخص بالا تر باشد، نشان دهنده تحمل بیشتر آن ژنوتیپ به تنش می باشد. در این بررسی بیشترین میزانشاخص متوسط محصول دهی در هر دو تیمار آبیاری معادل ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه در رقم محلی اصفهان مشاهده گردید (جداول ۱ و ۲). در یک بررسی مشخص شد که شاخص SSI مناسب ترین شاخص برای گزینش ارقام در شرایط تنش شدید و GMP،MP و STI شاخص های مناسبی برای شرایط تنش ملایم خشکی می باشد (Marde *et al*., 2006 ; Sio-Se *et al*., 2006). نتایج این تحقیق با نتایج (Rezaeizad, 2007) در گزینش ژنوتیپ های متحمل به خشکی در آفتابگردان (Souri *et al* ., 2005) در ژنوتیپ های نخود و (Karami *et al* ., 2006) در ژنوتیپ های جو بر اساس شاخصGMP مطابقت دارد.

با بررسی جداول ضرایب همبستگی بین شاخص های مختلف تحمل به تنش خشکی، مشخص گردید که بین این شاخص با شاخص های STI، MP وHarm در هر دو سطح تنش خشکی همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت (جداول ۳ و ۴).

میانگین هارمونیک

این شاخص توسط(1981) Rosielle&Hamblin پیشنهاد گردیده است. هر چه مقدار این شاخص بیشتر باشد مطلوب تر است که در این بررسی رقم محلی اصفهان در بالاترین سطح بر اساس این شاخص قرار گرفت (جداول ۱ و ۲). با بررسی جداول ضرایب همبستگی بین شاخص های مختلف تحمل به تنش خشکی، مشخص گردید که بین این شاخص با شاخص های MP، GMP، STI و Y_Sدر هر دو سطح تنش خشکی و با Y_P در سطح تنش آبیاری معادل ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد (جداول ۳ و ۴). به طورکلی دراین پژوهش شاخص هایSSI ،MP، GMP وHarm درگزینش ارقام تحمل موفق بودندو به عنوان شاخص های مناسب برای گزینش ارقام متحمل به خشکی با عملکرد دانه بالا در هر دو شرایط معرفی می شوند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- همبستگی بین شاخص های مختلف تحمل به تنش خشکی و عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب و آبیاری معادل ۷۵درصد نیاز آبی گیاه

	Y_P	Y_S	SSI	STI	TOL	MP	GMP	Harm
Y_P	۱							
Y_S	*۰/۹۸	۱						
SSI	۰/۸۹	۰/۸۲	۱					
STI	**۰/۹۹	*۰/۹۸	۰/۸۵	۱				
TOL	۰/۹۳	۰/۸۷	*۰/۹۸	۰/۹۱	۱			
MP	**۰/۹۹	**۰/۹۹	۰/۸۷	**۰/۹۹	۰/۹۱	۱		
GMP	**۰/۹۹	**۰/۹۹	۰/۸۷	**۰/۹۹	۰/۹۱	**۰/۹۹	۱	
Harm	**۰/۹۹	**۰/۹۹	۰/۸۶	**۰/۹۹	۰/۹۱	**۰/۹۹	**۰/۹۹	۱

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱درصد و ۵درصد می باشند.

جدول ۴- همبستگی بین شاخص های مختلف تحمل به تنش خشکی و عملکرد در شرایط آبیاری مطلوبو آبیاری معادل ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه

	Y_P	Y_S	SSI	STI	TOL	MP	GMP	Harm
Y_P	۱							
Y_S	*۰/۸۶	۱						
SSI	۰/۲۹	-۰/۲۲	۱					
STI	*۰/۹۴	*۰/۹۷	-۰/۰۳	۱				
TOL	۰/۵۴	۰/۰۵	*۰/۹۵	۰/۲۴	۱			
MP	*۰/۹۷	*۰/۹۶	۰/۰۵	**۰/۹۹	۰/۳۳	۱		
GMP	*۰/۹۶	*۰/۹۷	۰/۰۱	**۰/۹۹	۰/۲۹	**۰/۹۹	۱	
Harm	۰/۹۴	*۰/۹۸	-۰/۰۲	**۰/۹۹	۰/۲۵	**۰/۹۹	**۰/۹۹	۱

** و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱درصد و ۵درصد.

منابع

احمدزاده،الف. ۱۳۷۶. تعیین بهترین شاخص های تحمل به خشکی درلاین های ذرت الیت. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه تهران.

بـــای بـــوردی، ا. ۱۳۸۶. تغذیـــه گیـــاهی گلرنـــگ. انتشارات پریور. صفحه ۸۰.

شیرین زاده، ع.، ر. ضرقامی و م. شیری. ۱۳۸۷. ارزیابی تحمل به خشکی در هیبرید های دیررس و متوسط رس ذرت با استفاده از شاخص های تحمل به خشکی. مجله علوم زراعی ایران. جلد دهم، شماره چهارم. صفحه ۴۲۶-۴۱۶.

Archive of SID

www.SID.ir

لیراوی، پ. ۱۳۸۴. ارزیابی شاخص های مقاومت به خشکی در گلرنگ پاییزه. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بروجرد.

علیزاده، الف. ۱۳۷۲. اصول طراحی سیستم های آبیاری. (تالیف کونکا، آر. اچ.). انتشارات آستان قدسرضوی . ۵۳۹ صفحه.

مقدم، ع. و م، ه. هادی زاده. ۱۳۸۱. عکس العمل هیبرید های ذرت و لاین های والدی آنها به خشکی با استفاده از شاخص های مختلف تحمل به تنش. مجله نهال و بذر، جلد هیجدهم. شماره سوم. صفحه ۲۷۲-۲۵۵.

میرزاخانی، م.، م. ر. اردکانی، ا. ح. شیرانی راد و ا. ر. عباسی فر. ۱۳۸۱. بررسی اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره در استان مرکزی. مجله علوم زراعی ایران. ۴ (۲): ۱۴۹-۱۳۸.

Boyer, J. S. 1982. plant productivity and the environment. Science. 218: 443-448.

Cavero, J., R.E.Plant, , C.Shenna , D.B.Friedman , J.R.Williams, J.R.Kiniry, and V.W.Benson.1999. Modeling nitrogen cycling in tomato-safflower and tomato-wheat rotations. Agricultural Systems. 60, 123-135.

Clavel, D. 2005. Analysis of early variations in responses to drought of groundnut (*Arachis hypogeal* L.) for using as breeding traits. Environ. Exp. Bot. 54: 219-230.

Esendal, E., A. Istanbulluoglub, B. Arslana , and C. Paşaa. 2008. Effect of water stress on growth components of winter safflower (*Carthamus tinctorius* L.). 7th International safflower conference. Australia.

Farshadfar, E. and J. Shutka. 2003. Multivariate analysis of drought tolerance in wheat substitution lines. Cereal Res. Commun. 31(1, 2) 33-40.

Fernandez, G.C. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Proceeding of the Symposium, Taiwan, 13-18 Agu. Chapter 25. pp. 257-270.

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

Hamrouni, I.,H.B. Salah, and B.Marzouk, .2001. Effects of water-deficit on lipids of safflower aerial parts. Phytochemistry. 58: 277-280.

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

Kar, G.,A. Kumar, and M.Martha .2007. Water use efficiency and crop coefficients of dry season oilseed crops. Agricultural Water Management. 87: 73-82.

Archive of SID

www.SID.ir

Plant. 23(1): 43-58. (In Persian with English abstract).

Richarde, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Reg. 20:157-166.

Rosielle, A. A. and J. Hamblin.1981. Theorical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. Crops Sci. 21: 943-946.

Rostami, M., R, Mirzaei, and M, Kafi. 2003. Assessment of drought resistance in four safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars at the germination stage. 7th International Conference on Development of Dryland. 14-17 September 2003. Tehran. Iran.

Sio-Se Mardeh, A., A. Ahmadi, K. Poustini, and V. Mohammadi. 2006. Evalution of drought resistance indeces under various environmental conditions. Field Crop Res. 98: 222-229.

Souri, J., H. Dehghani, and S. H. Sabaghpour. 2005. Study on pea (*Pisum sativum* L.) genotypes in moisture stress condition. Irainian J. of Agric. Sci. 36(6): 1517-1527. (In Persian with English abstract).

Karami, A. A., M. R. Ghanadha, M. R. Naghavi, and M. Mardi. 2006. Identification drought tolerant varieties in barely (*Hordeum vulgare* L.). Irainian J. of crop Sci. 37(2): 371-379. (In Persian with English abstract).

Lovelli, S.,M. Perniola ,A. Ferrara, and T.D.Tommaso .2007. Yield response factor to water (ky) and water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. Agricultural Water Management. 92: 73-80.

Patil, P. S., A. M. Patil, and A. B. Deokar. 1992. Stability of yield in rainfed and irrigated safflower. J. Maharashtra Agric. Univ. 17:66-69.

Quiroga, A.R., M.Díaz-Zorita, and D.E.Buschiazzo .2001. Safflower productivity as related to soil water storage and management practices in semiarid regions. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 32(17&18): 2851-2862.

Rezaeizad, A. 2007. Response of some sunflower genotypes to drought stress using different stress tolerance indices. Seed and

Archive of SID

www.SID.ir