بررسی اثر تنش کم آبی بر شاخص‌های مقاومت به خشکی و کارآیی آن‌ها در ارقام کلزا (*Brassica napus* L.)

علی رضا پازکی[۱]، امیرحسین شیرانی راد[۲]، داود حبیبی[۳]، حمید مدنی[۴]، محمد نصری[۵]، کیوان شمسی[۶]

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری

۲- استادیار پژوهش موسسه‌ی اصلاح و تهیه نهال و بذرکرج

۳- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۴- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

۵- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین

۶-عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه

Archive of SID

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش کم آبی بر شاخص‌های مختلف مقاومت به خشکی ارقام کلزا آزمایشی به صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار و به مدت دو سال (۱۳۸۴ -۱۳۸۲) اجرا گردید. در این روش آبیاری به عنوان عامل اصلی در دو سطح شامل: آبیاری معمول (بر اساس مقدار توصیه شده ۸۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A) و تنش کم آبی (اعمال تنش شدید آبی به صورت قطع آبیاری از مرحله‌ی ساقه‌دهی تا انتهای دوره‌ی رشد گیاه) و رقم به عنوان عامل فرعی در ده سطح شامل Hyola401، Option 500، Hyola 308، Quantum، Eagle، Comet، Amica، Goliath، Heros، Sarigol در نظر گرفته شد. مقایسه‌ی میانگین مرکب دو ساله‌ی عملکرد دانه نشان داد، در شرایط تنش کم آبی

www.SID.ir

بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به ارقام Horse با ۴۰۱۳/۵kg/ha، Goliath و Hyola 401 با ۳۷۹۳/۰kg/ha می‌باشد.

در شرایط آبیاری معمول بیشترین عملکرد دانه مربوط به ارقام Amrica با ۵۳۴۸/۰kg/ha و Hyola 401 و ۵۰۳۵/۰ kg/ha بود. نتایج دو ساله‌ی عملکرد دانه نشان داد، رقم Comet با ۰/۴۰۱۱؛ Heros بابت ۰/۴۰۶۷، Quantum با ۰/۴۸۱۵ و Eagle با ۰/۶۸۸۶ کمترین میزان شاخص حساسیت به خشکی (SSI) را دارا بودند. در رابطه با شاخص تحمل به تنش (Tol) بالاترین میزان با ۱۵۶۵kg/haمتعلق به رقم Amica ۱۲۴۱/۵Kg/ha متعلق به Hyola 401 و با ۱۱۱۶/۵kg/ha متعلق به رقم option 500 بود. نتایج حاصل از شاخص میانگین حسابی عملکرد (MD) نیز نشان داد که بیشترین میزان آن مربوط به ارقام Amica با kg/ha ۷۸۲/۵، Hyola۴۰۱ با ۶۲۰/۷۵ Kg/ha، option ۵۰۰ با ۵۵۸/۲۵ kg/ha و Sarigol با ۵۷۷/۷۵ kg/ha میباشد.

نتایج حاصل از مقایسه در شاخص میانگین هندسی عملکرد (GMP) و تحمل به تنش فرناندر (STI) در رابطه با جداسازی ارقام مقاوم به خشکی و هم‌چنین دارای عملکرد بالا در شرایط آبیاری معمول به طور کامل مشابه بود. در این شرایط بیشترین میزان GMP و STI به ترتیب مربوط به ارقام Amica با ۴۴۹۷/۹۴۲ و ۱/۰۱۵۲، Hyola 401 با ۴۳۷۰/۳۸۶ و ۰/۹۵۸۴ و Goliath با ۴۳۶۱/۶۹۷ و ۰/۸۷۵۵ و کمترین مقدار متعلق به ارقام option 500 با ۳۷۳۲/۲۳۰ و ۰/۶۹۸۹ ، ۳۰۸ Hyola با ۳۴۲۹/۳۶۲ و ۰/۵۹۰۱ بود. بنابراین در مجموع باید اظهار داشت، دو شاخص GMP و STI از بالاترین کارایی برای گزینش ارقام دارای عملکرد بالا در شرایط تنش کم آبی و آبیاری معمولی برخوردارند.

کلمات کلیدی: کلزا، تشتک تبخیر، تنش کم آبی، شاخص‌های مقاومت به خشکی.

مقدمه

رشد و عملکرد گیاهان در بسیاری از مناطق دنیا توسط تنش‌های محیطی زنده و غیر زنده محدود می‌گردد، به همین جهت اختلاف قابل توجهی بین عملکرد واقعی و عملکرد بالقوه‌ی گیاهان زراعی دیده می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

تنش‌های محیطی جزو مهم‌ترین عوامل کاهنده‌ی عملکرد محصولات کشاورزی جهان می‌باشند. اگر تنش‌های محیطی حادث نمی‌شدند، باید عملکرد واقعی با عملکرد پتانسیل برابر می‌بود، در حالی که در بسیاری از گیاهان زراعی، متوسط عملکرد کمتر از ۲۰-۱۰ درصد پتانسیل عملکرد آنان است. در نقاط خاصی از کره‌ی زمین به لحاظ موقعیت جغرافیایی خاص عوامل تنش‌زا در تولید محصولات کشاورزی تاثیر منفی بیشتری دارند (کافی و همکاران ۱۳۷۹).

اثر تنش کم آبی بر عملکرد دانه و برخی صفات مرتبط با آن

از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی واکنش ژنوتیپ ها به شرایط محیطی، مطالعه‌ی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و بررسی عملکرد دانه از طریق عدم تغییرات قابل ملاحظه‌ی آن در شرایط محیطی متفاوت می‌باشد (Fernandes, 1992).

انجام آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A در گیاه کلزا، بیش‌ترین میزان عملکرد دانه را تولید کرده و با افزایش دوره‌ی آبیاری به ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A در گیاه کلزا، عملکرد دانه کاهش معنی‌داری نشان می‌دهد. در ضمن حساس‌ترین مرحله‌ی رشد گیاه کلزا نسبت به کمبود آب، مرحله‌ی گل‌دهی و پر شدن دانه می‌باشد (شیرانی راد، ۱۳۸۰).

کمبود آب می‌تواند اثر مضری بر عملکرد دانه‌ی کلزا بگذارد، ولی این اثر به ژنوتیپ، مرحله‌ی رشد و نمو و سازگاری گیاه به خشکی بستگی دارد (عبدمیشانی و شبستری ،۱۳۶۷).

در شرایط تنش کمبود آب، اندازه‌ی بذرهای کلزا به عنوان یک بازتابی جبرانی در برابر کاهش تعداد غلاف و دانه افزایش یافته و این امر با افزایش میزان گلوکوزینولات دانه همراه می‌باشد. به طور کلی تنش خشکی باعث عملکرد دانه و عملکرد روغن می‌شود (Stoker & Carter، 1984) .

(Singh & Saxena ،1991) با بررسی اثر تنش کم آبی و تاریخ کاشت در کلزا مشاهده نمودند که ارتفاع گیاه و اجزای عملکردی مثل تعداد کل غلاف‌ها، تعداد غلاف‌های پر، وزن صد دانه و عملکرد دانه نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

در آزمایشی روی گیاه کلزا و خردل رقم کانادایی سیاه، به منظور بررسی اثر تنش آب بر مراحل ظهور آغاز گل، مرحله‌ی شکوفایی کامل و مرحله‌ی تشکیلات غلاف مشخص گردید، تنش آب سبب کاهش هدایت برگ شده و این کاهش در برگ‌های پایینی بیشتر از برگ‌های بالایی می‌باشد. از طرفی سرعت تعرق در دوگونه‌ی به نسبت مشابه با افزایش تنش آب کاهش می‌یابد. تحت این شرایط هم‌بستگی مثبتی بین سرعت تعرق و هدایت برگ مشاهده شده و در نهایت روی مقدار RWC اثر می‌گذارد (Kumar & all ، 1993).

اثر تنش کم آبی بر شاخص‌های مقاومت به خشکی

گزینش برای عملکرد، کلیه‌ی عوامل شناخته شده و ناشناخته‌ای که در مقاومت به خشکی سهیم می‌باشند را، ترکیب می‌کند. بنابراین، استفاده از واریته‌هایی که آب قابل دسترسی را با کارایی بیشتری مصرف می‌کنند و متحمل به خشکی هستند، یک هدف عمده برای افزایش تولید در محیط‌های خشک می‌باشد (Richards ، 1996).

گزینش گیاهان در شرایط بدون تنش تاثیری بر روی پاسخ به خشکی ندارد. بنابراین هدف اصلی در علوم گیاهی جدید برای سازگار نمودن گیاهان به شرایط محیطی این است که مکانیسم‌های مقاومت به تنش‌ها درک گردیده و از این دانش برای تغییر ژنتیکی گیاهان زراعی بهره‌برداری شود. (Barar & Gerik, 1996).

با بررسی اثر تنش آبی بر شاخص‌های مقاومت خشکی اکوتیپ‌های زیره‌ی سبز مشخص گردید، شاخص حساسیت به تنش به عنوان معیاری مناسب اقدام به طبقه‌بندی ارقام مقاوم به خشکی می نماید(شوریده، ۱۳۸۱).

اثر تنش آبی بر صفات مرتبط با خشکی و شاخص‌های مقاومت به خشکی گندم، هم بستگی بالایی را بین عملکرد دانه در شرایط تنش و شاخص‌های میانگین هندسی عملکرد (GMP) و شاخص تحمل به تنش خشکی (STI) نشان داد. به این ترتیب می‌توان از آن‌ها به عنوان معیاری مناسب جهت انتخاب ارقام مقاوم به خشکی ارقام گندم استفاده نمود. ضمن اینکه ارتباط این شاخص‌ها با صفات مزرعه‌ای گیاهان در شرایط تنش بیشتر از صفات گیاهچه‌ای تنش دیده در شرایط آزمایشگاهی است (آقاجانلو، ۱۳۸۳).

Archive of SID

www.SID.ir

طبق نظر (سنجری، ۱۳۸۲) و به دنبال مطالعه‌ی اثر تنش خشکی در ارقام گندم، شاخص تحمل به تنش فرناندز (STI) معیاری مناسب جهت گزینش ارقام مقاوم به خشکی تلقی شده و بین آن با شاخص حساسیت سبک و تنش فیشر (SSI) رابطه‌ی منفی وجود دارد، بنابراین نمی‌توان از شاخص فیشر به عنوان معیاری مناسب جهت گزینش استفاده نمود.

بررسی شاخص‌های مختلف مقاومت به خشکی در عدس نتایج متفاوتی را در انتخاب ارقام مقاوم در پی داشت. به صورتی که شاخص‌های میانگین حسابی عملکرد (MP) و میانگین هندسی عملکرد (GMP) رقمی خاص و شاخص تحمل به تنش فیشر (STI) رقم دیگری را به عنوان مقاوم به خشکی انتخاب نمود. هر چند در مجموع شاخص STL مناسب‌تر ارزیابی می‌گردد (دادخواهی پور ،۱۳۸۲).

بررسی زمان‌های متفاوت اعمال تنش آبی بر عملکرد دانه‌ی ذرت نشان داد که اعمال تنش در مرحله‌ی رشد رویشی شاخص‌های GMP،STI وMP و در مرحله‌ی رشد زایشی دو شاخص GMP و STI در انتخاب ارقام مقاوم به خشکی موثر عمل نمودند (Dehghani & all, 2006).

مطالعات انجام شده در رابطه با گندم دوروم ، ضمن معرفی شاخص STI به عنوان مناسب‌ترین شاخص انتخاب ارقام مقاوم به خشکی، دلیل بالا بودن شاخص STI در ارقام مقاوم را بیشتر بودن محتوای نسبی آب برگ (Relative Water Content = RWC) بالا بودن مقدار کلروفیل‌های a و b، پایداری غشاء سیتوپلاسمی و پایین بودن میزان فلورسانس کلروفیل بیان نمود (Mohammadi & all, 2006).

نتایج ارزیابی ژنوتیپی و فنوتیپی ۷۲ رقم نخود در شرایط تنش و بدون تنش نشان داد که از بین شاخص‌ها ذکر شده، شاخص فرناندز مناسب‌تر عمل می‌نماید(سمیع زاده،۱۳۷۵).

به منظور شناسایی مقاومت به خشکی ۳۵ رقم گندم اصلاح شده‌ی ایرانی و خارجی تحت شرایط آبیاری محدود در کرج مشاهده گردید، بین عملکرد دانه‌ی ارقام تحت تنش و شاخص مقاومت به خشکی (عملکرد در شرایط آبی محدود به عملکرد در شرایط آبی متداول) هم بستگی معنی‌دار r=۰/۷۷ وجود دارد. در این تحقیق استفاده از شاخص تحمل به خشکی جهت شناسایی ارقام مقاوم توصیه گردید (عبد میشانی و شبستری، ۱۳۶۷).

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش‌ها

در این تحقیق به منظور ارزیابی تحمل به خشکی ارقام کلزا، آزمایشی به صورت طرح کرت‌های خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار و به مدت دو سال اجرا گردید که در آن روش آبیاری به عنوان عامل اصلی در دو سطح شامل: آبیاری معمول (بر اساس ۸۰ میلی متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A) و تنش کم آبی(اعمال تنش کم آبی به صورت قطع آبیاری از مرحله‌ی ساقه‌دهی تا انتهای دوره‌ی رشد گیاه) و رقم به عنوان عامل فرعی در ده سطح شامل Hyola 401 ، Option 500 ، Hyola 308 Quantum و Egal، Comet ، Goliath Amica ، Heros و Sarigol می‌باشد. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط ۵ متری با فاصله‌ی خطوط کاشت ۳۰ سانتی متر و تراکم بوته حدود۹۰ عدد پس از زمستان گذرانی خواهد بود. در این طرح به منظور تأمین حاصل‌خیزی شیمیایی حدود ۷۰kg/ha فسفر خالص (P2o5) ، ۱۰۰ kg/ha پتاس خالص (k20) و ۵۰kg/ha ازت خالص پایه همراه با ۲/۵ لیتر در هکتار علفکش ترفلان استفاده شد. هم‌چنین ۵۰kg/ha ازت خالص به صورت سرک در دو مرحله‌ی آغاز ساقه رفتن و آغاز گل‌دهی مورد استفاده قرار گرفت. به منظور مبارزه با آفت شته مومی سم متاسسیتوکس به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به کار برده شد.

در این طرح دو خط کناری هر کرت به عنوان حاشیه و در فواصل بین کرت‌ها دو خط به صورت نکاشت جهت رعایت فاصله در نظر گرفته شد. از چهار خط مرکزی هر کرت آزمایشی برای بررسی و تعیین کلیه‌ی مراحل فنولوژیکی گیاه و اندازه‌گیری صفات مختلفی مانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌ی فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن دانه، عملکرد روغن دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت (HI) استفاده گردید تا در نهایت با استفاده از تعیین عملکرد دانه دو سال آزمایش در دو شرایط آبیاری معمول و تنش کم آبی، شاخص‌های تحمل به خشکی فرناندز (STI)، شدت تنش (SI)، حساسیت به تنش فیشر (SSI)، تحمل نسبت به تنش (TOL)، میانین حسابی عملکرد (MP)، میانگین هندسی عملکرد (GMP) براساس روابط ذیل محاسبه شدند(شوریده، ۱۳۸۱- شیرانی راد، ۱۳۸۰).

Archive of SID

www.SID.ir

ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر مقاومت به خشکی

شاخص حساسیت به تنش (SSI)

در حقیقت این روش برای محاسبه‌ی پایداری عملکرد توسط دانشمندی به نام فیشر معرفی شده و به خصوص برای مقایسه‌ی ارقام دیم به کار می‌رود. در این روش واریته‌های مورد نظر را در محیط تحت شرایط آبیاری طبیعی و تنش طی حداقل دو سال کشت نموده و سپس با مقایسه‌ی محصول آن‌ها شاخص حساسیت به تنش (SSI) محاسبه گردید. البته برای محاسبه‌ی Ds ابتدا باید شاخص شدت تنش (SI) به دست آورده شود.

$$SI=1-\frac{\bar{y}\ D}{\bar{y}\ P`}$$

$\bar{y}\ D$ = میانگین محصول کلیه‌ی ارقام در سال های مختلف آزمایش در شرایط تنش آبی یا دیم.

$$SSI=\frac{1-\frac{\bar{y}\ S_A}{\bar{y}\ P_A}}{SI}$$

$\bar{y}\ p$ = میانگین محصول کلیه‌ی ارقام در سال‌های مختلف آزمایش در شرایط آبیاری مناسب.

$\bar{y}\ S_A$ = میانگین محصول واریته‌ی A در سال‌های مختلف در شرایط تنش آبی یا دیم.

$\bar{y}\ P_A$ = میانگین محصول واریته‌ی A در سال‌های مختلف در شرایط آبیاری مناسب.

پس از محاسبه‌ی SI برای ارقام تحت آزمایش، هر قدر مقدار آن کوچک‌تر باشد، مقاومت رقم به خشکی بیشتر است.

شاخص تحمل نسبی به تنش (TOL) و میانگین حسابی عملکرد (Mp).

توسط روسیلی و هامبلین به صورت روابط زیر پیشنهاد گردید. $TOL= Y_p-Y_s$

Y_P = عملکرد در شرایط طبیعی

Y_S = عملکرد در شرایط تنش

در این روش گزینش برای تحمل به تنش، به صورت کاهش عملکرد و یا حداقل اختلاف Y_p-Y_s می‌باشد. بنابراین TOL بیشتر نشان دهنده‌ی حساسیت بالاتر ژنوتیپ ها به تنش می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

ژنوتیپ ها بر اساس عملکردشان در شرایط محیطی توام با تنش و بدون تنش به چهار گروه تقسیم‌بندی می‌شوند، که عبارت اند از:

۱- ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط برتری خود را نشان می‌دهند (گروه A)

۲- ژنوتیپ‌هایی که فقط در محیط مطلوب برتری دارند (گروه B)

۳- ژنوتیپ‌هایی که در محیط‌هایی با تنش بالا یا شرایط دشوار از عملکرد به نسبت بیشتری برخوردارند (گروه C)

۴- ژنوتیپ‌هایی که در هر دو محیط عملکرد پایینی دارند (گروه D) (آقاجانلو، ۳۸۳ – دادخواه، ۱۳۸۲)

معیارهای مناسب باید به گونه‌ای انتخاب شوند، که بتوانند اختلاف ژنوتیپ‌های گروه A از سه گروه دیگر را مشخص کنند(دادخواه، ۱۳۸۲ – شیرانی راد، ۱۳۸۰).

روش میانگین هندسی عملکرد (GMP)

معادله‌ی $GMP = \sqrt{y_s . y_p}$ میانگین هندسی عملکرد را مشخص می‌سازد. MP بر اساس میانگین حسابی محاسبه می‌گردد. بنابراین به دلیل اختلاف به نسبت شدید بین y_s و y_p مقدار MP دارای یک اریب خواهد بود. در حالی که میانگین هندسی به اختلافات شدیدتر بین y_p و y_s حساسیت کمتری نشان داده بنابراین در جداسازی و تشخیص ژنوتیپ ها ی گروه A از سه گروه دیگر، GMP در مقایسه با MP شاخص مناسب‌تری می‌باشد (دادخواهی پور، ۱۳۸۲- سمیع زاده، ۱۳۷۵)

شاخص تحمل به تنش (STI)

$$STI = \frac{y_p}{y_{\bar{p}}} \times \frac{y_s}{y_{\bar{s}}} \times \frac{y_{\bar{S}}}{y_{\bar{p}}} = \frac{y_p . y_s}{(y\bar{p})^2}$$

STI شامل پتانسیل عملکرد در محیط‌های بدون تنش، عملکرد در شرایط محیطی دارای تنش و شدت تنش (SI) می‌باشد. مقدار بیشتر STI برای یک ژنوتیپ در محیط تنش‌دار، نمایان‌گر تحمل و پتانسیل عملکرد بیشتر

Archive of SID

www.SID.ir

در شرایط تنش می‌باشد. STI بر اساس میانگین هندسی عملکرد (GMP) محاسبه می‌شود. به این جهت هم بستگی رتبه‌ای بین STI و GMP معادل یک می‌باشد. از طرفی مقدار شدت تنش (SI) در برآورد STI در نظر گرفته شده است. به نظر فرناندز STI می‌تواند ژنوتیپ‌های گروه A را از گروه B و C تشخیص دهد و به همین خاطر به عنوان یک شاخص برتر نسبت به شاخص‌های MP و TOL و SSI در جداسازی چهارگروه از یک‌دیگر عمل می‌نماید(دادخواهی پور، ۱۳۸۲- سمیع زاده، ۱۳۷۵- شیرانی راد، ۱۳۸۰).

نتایج

نتایج میزان عملکرد دانه در سال اول و دوم آزمایش تجزیه‌ی مرکب

نتایج سال اول و دوم آزمایش نشان داد که اثر تنش کم آبی، رقم و اثر متقابل آبیاری و رقم بر عملکرد دانه در سطح یک درصد و اثر رقم بر این صفت در سال اول در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱).

در این شرایط در سال اول آزمایش بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط تنش کم آبی با ۳۵۲۰ kg/ha مربوط به رقم ،Goliath با ۳۴۰۹ kg/ha مربوط به رقم Hyol 401 و کمترین میزان با ۲۶۰۳ kg/ha و ۲۷۰۱ kg/ha به ترتیب مربوط به ارقام Option 500 و Hyolan 308 بود (جدول ۳). ضمن این که در شرایط آبیاری طبیعی بیشترین میزان عملکرد دانه با ۴۳۴۶ kg/ha و ۴۰۷۶ kg/ha به ترتیب مربوط به ارقام Amica و Hyola 401 و کمترین میزان با ۳۱۶۸ kg/ha و ۳۴۰۳ kg/ha متعلق به ارقام Hyola308 و Quantum بود (جدول۳).

در سال دوم آزمایش بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط تنش کم آبی با ۴۷۷۸ kg/ha و ۴۵۲۵ kg/ha به ترتیب مربوط به ارقام Heros و Comet کمترین مقدار با ۳۳۱۰ kg/ha متعلق به Hyola 308 بود (جدول ۳) .

Archive of SID

www.SID.ir

در شرایط آبیاری طبیعی بیشترین میزان عملکرد دانه مربوط به Hyola 401 با ۵۹۹۴kg/ha و Goliath با ۵۷۸۳ kg/ha و کمترین میزان با ۴۵۵۷ kg/ha و ۴۶۵۸ kg/ha به ترتیب متعلق به ارقام Comet و Hyola308 بود (جدول ۳).

به منظور به دست آوردن شاخص‌های مختلف مقاومت به خشکی که از جمله اهداف اصلی طرح است. نیاز مبرم به اجرای حداقل ۲ ساله‌ی طرح آزمایشی تجزیه‌ی مرکب و مقایسه‌ی میانگین مرکب صفت عملکرد دانه احساس می‌شد. نتایج تجزیه‌ی واریانس دو سال آزمایش نشان داد که اثر سال، آبیاری، آبیاری × سال، رقم × آبیاری و رقم × آبیاری × سال در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲). مقایسه‌ی میانگین مرکب دو سال آزمایش نشان داد که در شرایط تنش کم آبی، بیشترین میزان عملکرد دانه با ۴۰۱۳/۵ kg/ha متعلق به رقم Heros با kg/ha ۳۹۱۶/۵ مربوط به Goliath با ۳۸۱۲/۰ kg/ha مربوط به Comet و با ۳۷۹۳/۵ kg/ha مربوط به Hyola 401 بود (جدول۳) در شرایط آبیاری معمولی و طبیعی ارقام Amica و Hyola 401 به ترتیب با kg/ha ۵۳۴۸ و ۵۰۳۵/۰ kg/ha و ارقام Hyola308 و Quantum با ۳۹۱۳/۰ kg/ha و ۴۰۵۱/۵ kg/ha کمترین میزان عملکرد دانه را تولید نمودند (جدول۳).این امر با نتایج تحقیقات (Fernandes 1992)، (شیرانی راد، ۱۳۸۰)، (Stoker & Carter ,1984)، (Singh & Saxena, 1991) و (Kumar & all, 1993) مطابقت دارد.

محاسبه و ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی

برای محاسبه‌ی شاخص‌های مقاومت به خشکی نیاز به اجرای طرح تحقیقاتی حداقل طی دو سال در شرایط آبیاری طبیعی و تنش می‌باشد. مقایسه‌ی شاخص حساسیت به تنش (SSI) حاصل از محاسبه‌ی شدت تنش (SI) ارقام مورد آزمون نشان داد رقم Comet با ۰/۴۰۱۱ ، Heros با ۰/۴۸۱۵ ، Quantum با ۰/۴۸۱۵ و Eagle با ۰/۶۸۸۶ کمترین میزان SSI را از خود نشان دادند (جدول۳).

Archive of SID

www.SID.ir

در رابطه با شاخص تحمل نسبی به تنش (TOL) نیز بالاترین میزان آن با kg/ha ۱۵۶۵ مربوط به رقم Amica با kg/ha ۱۲۴۱/۵ مربوط به رقم Hyola401 و با kg/ha ۱۱۱۶/۵ مربوط به رقم option 500 می‌باشد (جدول۳).

نتایج حاصل از شاخص میانگین حسابی عملکرد (MP) نیز نشان داد که هم بستگی زیاد بین آن و شاخص تحمل نسبی به تنش وجود دارد و در این شرایط بالاترین میزان MP مربوط به ارقام Amica با ۷۸۲/۵۰ ، Hyola 401 با ۶۲۰/۷۵، Option 500 با ۵۵۸/۲۵ و sarigol با ۵۷۷/۷۵ بود. (جدول ۳) .

در رابطه با شاخص‌های میانگین هندسی عملکرد (GMP) و تحمل به تنش (STI) با توجه به ترتیب رتبه‌بندی به طور کامل یکسان آن‌ها برای ارقام مورد آزمون (جدول۳). به نظر می‌رسد هم بستگی کامل و مثبتی بین این دو شاخص و هم بستگی منفی بین آن‌ها با STI وجود داشته باشد (سنجری ، ۱۳۸۲).

به این ترتیب در رابطه با دو شاخص GMP و STI ارقام Amica به ترتیب با ۴۴۹۷/۹۴۲ و ۱/۰۱۵۲ ، Hyola 401 با ۴۳۷۰/۳۸۶ و ۰/۹۵۸۴ ، Golaith با ۴۳۶۱/۹۷ و ۰/۹۵۴۶ بیشترین و ارقام Option 500 به ترتیب با ۳۷۳۲/۲۳۰ و ۰/۶۹۸۹ و Hyola308 با ۳۴۲۹/۳۶۲ و ۰/۵۹۰۱ کمترین میزان شاخص‌های ذکر شده را نشان دادند (جدول۳).

نتایج تحقیق نشان داد که در شرایط تنش کم آبی بیشترین میزان کاهش عملکرد با kg/ha۱۵۶۵/۰ مربوط به رقم Amica و kg/ha ۱۳۴۱/۰ مربوط به Hyola 401 می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول-۱: تجزیه‌ی واریانس تاثیر رقم و آبیاری بر عملکرد دانه‌ی کلزا در سال ۱۳۸۳ و۱۳۸۴

منبع تغییرات	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات	
		عملکرد دانه‌ی سال اول (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه‌ی سال دوم (کیلوگرم در هکتار)
تکرار	۳	۱۸۸۲/۱۳۳ ns	۲۰۴۶۸۱/۷۳۳ ns
آبیاری	۱	۷۰۱۱۶۴۸/۲ **	۲۳۸۲۷۴۴۵/۰۰ **
خطا	۳	۹۸۹۶/۹۳۳	۶۱۳۰۹/۷۳۳
رقم	۹	۶۳۶۹۸۱/۵۳۳ *	۱۲۵۵۶۸۳/۳۱۱ **
رقم × آبیاری	۹	۲۳۹۴۹۵/۳۱۱ **	۱۰۹۳۸۶۵/۸۸۹ **
خطا	۵۴	۳۶۵۶/۴۵۹	۲۴۹۱۸/۷۳۳
کل	۷۹	–	–
ضریب تغییرات(٪)	–	۱۱/۷۶	۱۳/۴۰

ns : غیر معنی‌دار * : معنی‌دار در سطح ۵ درصد ** : معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۲: تجزیه‌ی واریانس مرکب تاثیر آبیاری و رقم بر عملکرد دانه کلزا

منبع تغییرات	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات عملکرد دانه
سال	۱	۵۷۶۴۸۰۱۰ **
خطا	۶	۱۰۳۳۸۱/۹۳۳
آبیاری	۱	۲۸۳۴۵۰۸۹/۶ **
آبیاری * سال	۱	۲۴۹۴۰۰۳/۶ **
خطا	۶	۳۵۶۰۳/۳۳۳
رقم	۹	۱۸۳۵۷۵۶/۸۴۴ **
رقم * سال	۹	۵۶۹۰۸ **
رقم * آبیاری	۹	۷۷۱۸۱۲/۹۳۳ **
رقم * آبیاری * سال	۹	۵۶۱۵۴۸/۲۶۷ **
خطا	۱۰۸	۱۴۲۸۷/۵۹۶
کل	۱۵۹	–
ضریب تغییرات(٪)	–	۱۲/۹۶

ns : غیر معنی‌دار * : معنی‌دار در سطح ۵ درصد ** : معنی‌دار در سطح ۱ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: مقادیر عملکرد دانه‌ی سال اول، دوم، میانگین و شاخص‌های مختلف مقاومت به خشکی ارقام کلزا

رقم	Y_p (سال اول) kg/ha	Y_S (سال اول) kg/ha	Y_p (سال دوم) kg/ha	Y_S (سال دوم) kg/ha	Y_p (میانگین) kg/ha	Y_S (میانگین) kg/ha	SSI	MP	TOL	GMP	STI
Hyola 401	b۴۰۷۶/۰	f۳۴۰۹/۰	b۵۹۹۴/۰	h۴۱۷۸/۰	b۵۰۳۵/۰	hi۳۷۹۳/۵	۱/۳۰۵۴	۶۲۰/۷۵	۱۲۴۱/۵	۴۳۷۰/۳۸۶	۰/۹۵۸۴
option 500	c۳۸۹۳/۰	I۲۶۰۳/.	def۴۷۷۱/۰	i۳۸۲۸/۰	d۴۳۳۲/۰	j۳۲۱۵/۵	۱/۳۶۴۵	۵۵۸/۲۵	۱۱۱۶/۵	۳۷۳۲/۲۳۰	۰/۶۹۸۹
Hyola 308	hi۳۱۶۸/۰	k۲۷۰۱/۰	ef۴۶۵۸/۰	j۳۳۱۰/۰	gh۳۹۱۳	k۳۰۰۵/۵	۱/۲۲۷۹	۴۵۳/۷۵	۹۰۷/۵	۳۴۲۹/۳۶۲	۰/۵۹۰۱
Quantum	f۳۴۰۳/۰	h۳۱۹۶/۰	ef۴۷۰۰/۰	h۴۱۷۰/۰	f۴۰۵۱/۵	i۳۶۸۳/۰	۰/۴۸۱۵	۱۸۴/۲۵	۳۶۸/۵	۳۸۶۲/۸۵۸	۰/۷۴۸۷
Eagle	f۳۳۹۵/۰	fg۳۳۲۸/۰	d۴۹۹۲/۰	h۴۰۷۹/۰	e۴۱۹۳/۵	i۳۷۰۳/۵	۰/۶۱۸۶	۲۴۵/۰	۳۶۸/۵	۳۸۶۲/۸۵۸	۰/۷۴۸۷
comet	d۳۶۹۲/۰	i۳۰۹۹/۰	ef۴۵۵۷	fg۴۵۲۵/۰	ef۴۱۲۴/۵	hi۳۸۱۲/۰	۰/۴۰۱۱	۱۵۶/۲۵	۳۱۲/۵	۳۹۶۵/۱۷۳	۰/۷۸۸۹
Amica	a۴۳۴۶/۰	f۳۴۰۰/۰	a۶۳۵۰/۰	h۴۱۶۶/۰	a۵۳۴۸/۰	i۳۷۸۳/۰	۱/۵۴۹۳	۷۸۲/۵	۱۵۶۵/۰	۴۴۹۷/۹۴۲	۱/۰۱۵۲
Goliath	c۳۹۳۲/۰	e۳۵۲۰/۰	b۵۷۸۳/۰	gh۴۳۱۳/۰	c۴۸۵۷/۵	gh۳۹۱۶/۵	۱/۰۲۵۶	۴۷۰/۵۰	۹۴۱/۰	۴۳۶۱/۶۹۷	۰/۹۵۴۶
Heros	c۳۹۰۷/۰	gh۳۲۴۹/۰	de۴۷۸۸/۰	de۴۷۷۸/۰	a۴۳۴۷/۵	fg۴۰۱۳/۵	۰/۴۰۶۷	۱۶۷/۰	۳۳۴/۰	۴۱۷۷/۱۶۳	۰/۸۷۵۵
Sarigol	e۳۵۹۳/۰	j۲۹۵۱/۰	c۵۲۸۵/۰	i۳۶۱۶/۰	d۴۴۳۹/۰	j۳۲۸۳/۵	۱/۳۷۸۱	۵۷۷/۷۵	۱۱۵۵/۵	۳۸۱۷/۷۸۱	۰/۷۳۱۴
جمع	۳۷۴۰۵/۰	۳۱۴۵۶/۰	۵۱۸۷۸/۰	۴۰۹۶۳/۰	۴۴۶۴۱/۵	۳۶۲۰۹/۵	۹/۷۵۸۷	۴۲۱۶/۰	۸۴۳۲	۴۰۱۵۵/۴۸۳	۸/۱۴۱
میانگین	۳۷۴۰/۵	۳۱۴۵/۶	۵۱۸۷/۸	۴۰۹۶/۳	۴۴۶۴/۱۵	۳۶۲۰/۹۵	۰/۹۷۵۸۷	۴۲۱/۶۰	۸۴۳/۲	۴۰۱۵/۵۴۸	۰/۸۱۴۱

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار است. SI = ۰/۱۸۸۸۸

بحث

با توجه به نتایج تجزیه‌ی مرکب باید اظهار داشت، در شرایط تنش کم آبی، بیشترین میزان عملکرد دانه با ۴۰۱۳/۵ kg/ha متعلق به رقم Heros با ۳۹۱۶/۵ kg/ha مربوط به Goliath با ۳۸۱۲/۰ kg/ha مربوط به Comet و با ۳۷۹۳/۵ kg/ha مربوط به Hyola 401 بود (جدول۳) در شرایط آبیاری معمولی و طبیعی ارقام Amica و Hyola 401 به ترتیب با ۵۳۴۸ kg/ha و ۵۰۳۵/۰ kg/ha و ارقام Hyola 308 و Quantum با ۳۹۱۳/۰ kg/ha و ۴۰۵۱/۵ kg/ha کمترین میزان عملکرد دانه را تولید نمودند (جدول۳). این امر با نتایج

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیقات (شیرانی راد، ۱۳۸۰)، (Fernande ,1992)، (Stoker & 1984، Carter)، (Singh & Saxena ،1991) و (Kumar& all, 1993) مطابقت داشته و محققان مذکور با انجام آزمایش‌های تکمیلی دلیل دست‌یابی به چنین نتایجی را تاثیر تنش کم آبی بر صفاتی مانند کاهش میزان کلروفیل، کاهش تعداد و سطح برگ، کاهش تعداد غلاف و دانه در غلاف، وزن هزار دانه، کاهش هدایت و محتوی نسبی آب برگ سبب کاهش معنی‌دار عملکرد ارقام در دو سال آزمایش گردیده است که این امر لزوم تحقیقات بیشتر در این زمینه‌ها را خاطر نشان می‌سازد.

مقایسه‌ی شاخص حساسیت به تنش (SSI) حاصل از محاسبه شدت تنش (SI) ارقام مورد آزمون نشان داد رقم Comet با ۰/۴۰۱۱ ، Heros با ۰/۴۸۱۵ ، Quantum با ۰/۴۸۱۵ و Eagle با ۰/۶۸۸۶ کمترین میزان SSI را از خود نشان دادند (جدول۳). نتایج حاصل نشان داد که از میان ارقام ذکر شده Comet از کمترین میزان نوسان و تفاوت عملکرد (Tol) به میزان kg/ha ۳۱۲/۵ در شرایط آبیاری معمول و تنش کم آبی برخوردار بود. در این جا باید اظهار نماییم که پایین‌ترین میزان شاخص مذکور که باید نشان دهنده‌ی بیشترین میزان عملکرد در شرایط آبیاری معمول و تنش کم آبی باشد، در اصل این گونه عمل ننموده است. به این ترتیب که به عنوان مثال رقم Comet از نظر بالاترین میزان عملکرد در شرایط تنش با kg/ha ۳۸۱۲ در رتبه‌ی سوم و از نظر عملکرد در شرایط آبیاری معمول با kg/ha ۴۱۲۴/۵ در رتبه‌ی هشتم قرار گرفت و یا در رابطه با رقم Goliath که با ۱/۰۲۵۶ از SSI بسیار بالایی برخوردار بود. برخلاف توقعی که از این شاخص وجود داشته و باید رقمی نا کارآمد تلقی می‌گردید، از نظر میزان عملکرد در شرایط تنش با kg/ha ۳۹۱۶/۵ در رتبه‌ی دوم و شرایط آبیاری معمول با kg/ha ۴۸۵۷/۵ در رتبه‌ی سوم قرار گرفت (جدول ۳). به طور تقریبی همین شرایط در رابطه با وضعیت شاخص SSI و میزان عملکرد سایر ارقام در شرایط آبیاری معمول و تنش وجود دارد. بنابراین شاخص SSI در تفکیک و جداسازی گروه A از سه گروه دیگر چندان موفق عمل ننمود (سنجری، ۱۳۸۲) و (دادخواه پور، ۱۳۸۲). در رابطه با شاخص تحمل نسبی به تنش (TOL) نیز بالاترین میزان آن با kg/ha ۱۵۶۵ مربوط به رقم Amica با kg/ha ۱۲۴۱/۵ مربوط به رقم Hyola401 و با kg/ha ۱۱۱۶/۵ مربوط به رقم Option 500 بود (جدول۳).

Archive of SID

www.SID.ir

بنابراین باید اظهار داشت که ارقام ذکر شده از پتانسیل عملکرد بالا در شرایط بدون تنش و عملکرد به نسبت کم در وضعیت اعمال تنش کم آبی برخوردار بوده‌اند (شیرانی راد، ۱۳۸۰). حتی در صورت کم بودن TOL که نشان دهنده‌ی کاهش نوسان عملکرد در شرایط بدون تنش و تنش‌دار است نیز این شاخص در معرفی ارقام مقاوم به خشکی از موقعیت چندانی برخوردار نیست، که نمونه‌ی بارز آن رقم comet با Tol ۳۱۲/۵ kg/ha و Quantum با ۳۶۸/۵kg/ha می‌باشد.

نتایج حاصل از شاخص میانگین حسابی عملکرد (MP) نیز نشان داد که هم بستگی زیاد بین آن و شاخص تحمل نسبی به تنش وجود دارد و در این شرایط بالاترین میزان MP مربوط به ارقام Amica با ۷۸۲/۵۰ ، Hyola 401 با ۶۲۰/۷۵، Option 500 با ۵۵۸/۲۵ و sarigol با ۵۷۷/۷۵ بود. (جدول ۳) . بنابراین در رابطه با ارقام ذکر شده باید چنین اظهار نمود که از بالاترین میزان عملکرد در شرایط آبیاری معمول و عملکرد کم در شرایط تنش برخوردار بودند. به همین دلیل شاخص‌های Mp و TOL در شناسایی و جداسازی گروه A از C چندان موفق عمل نمی‌نمایند.

به طور کلی در ارزیابی شاخص‌ها، شاخص و روشی موفق تلقی می‌شود که بتواند گروه A را از گروه‌های B، C و D متمایز نماید. بنابراین در ارقام ذکر شده‌ی کلزا ۳ شاخص SSI، TOL و MP چندان موفق عمل ننموده‌اند. مطالعات انجام شده روی ژنوتیپ ها در شرایط تنش و شاهد حاکی از آن است که شاخص TOL وMP از پتانسیل انتخاب ارقام با عملکرد بیشتر در شرایط فاقد تنش و عملکرد کم در شرایط تنش برخوردار بوده که دلیل آن هم بستگی مثبت این شاخص با Y_p (عملکرد در شرایط آبیاری معمول) می‌باشد. بنابراین شاخص ذکر شده قادر به تشخیص و جداسازی ژنوتیپ‌های گروه A از C نیستند (شیرانی راد، ۱۳۸۰ و سنجری، ۱۳۸۲).

در رابطه با شاخص‌های میانگین هندسی عملکرد (GMP) و تحمل به تنش (STI) با توجه به ترتیب رتبه‌بندی به طور کامل یکسان آن‌ها برای ارقام مورد آزمون (جدول۳).

Archive of SID

www.SID.ir

به نظر می‌رسد هم بستگی به نسبت کامل و مثبتی بین این دو شاخص و هم بستگی منفی بین آن‌ها با STI وجود داشته باشد (سنجری ، ۱۳۸۲).

به این ترتیب در رابطه با دو شاخص GMP و STI ارقام Amica به ترتیب با ۴۴۹۷/۹۴۲ و ۱/۰۱۵۲ ، Hyola 401 با ۴۳۷۰/۳۸۶ و ۰/۹۵۸۴ ، Golaith با ۴۳۶۱/۹۷ و ۰/۹۵۴۶ بیشترین و ارقام Option 500 به ترتیب با ۳۷۳۲/۲۳۰ و ۰/۶۹۸۹ و Hyola308 با ۳۴۲۹/۳۶۲ و ۰/۵۹۰۱ کمترین میزان شاخص‌های ذکر شده را نشان دادند (جدول۳).

نتایج تحقیق نشان داد به جز رقم Quantum و Sargol در سایر ارقام مورد آزمون روند تغییرات دو شاخص GMP و STI به طور دقیق مشابه با عملکرد در شرایط آبیاری طبیعی است. به این ترتیب که با افزایش این دو شاخص، عملکرد پتانسیل نیز افزایش یافته است(Dehghani& all،2006). در رابطه با عملکرد در شرایط تنش کم آبی نیز به جز در رقم Amica و Hyola 401 در سایر ارقام مورد آزمون با افزایش دو شاخص STI وGMP میزان عملکرد در شرایط تنش نیز افزایش یافته و رابطه و هم بستگی و ترتیب آن‌ها به ویژه در مقدار کمتر عملکرد ارقام بیشتر است. (دادخواهی پور، ۱۳۸۲ و شیرانی راد، ۱۳۸۰). بنابراین توصیه می‌گردد در مقادیر بالاتر GMP و STI که عملکرد ارقام در شرایط تنش نیز به یک‌دیگر بسیار نزدیک‌اند، رقمی برای شرایط تنش مناسب‌تر است که TOL آن کوچک‌تر و برای شرایط آبیاری مطلوب رقمی مناسب‌تر است که TOL آن بزرگ تر باشد (شیرانی راد، ۱۳۸۰).

بنابراین در مجموع باید چنین اظهار نمود که هم بستگی رتبه‌ای بین GMP و STI به طور تقریبی برابر یک بوده و این دو شاخص نسبت به سایر مشخصه‌ها در جداسازی گروه A از B وC موفق و به نسبت یکسان عمل می‌نمایند (آقاجانلو، ۱۳۸۳ و شیرانی راد، ۱۳۸۰). ضمن این که مقدار متوسط GMP بزرگ‌تر از MP و از کارایی بیشتری برخوردار بود، که دلیل آن تمایل شاخص MP به سوی یک اریب به دلیل اختلاف حاصل از مقدار عملکرد در شرایط تنش (Ys) و عملکرد در شرایط آبیاری طبیعی (Yp) می‌باشد و همین دلیلی دیگر برای جداسازی مناسب‌تر ژنوتیپ‌های گروه A از گروه C، B با استفاده از GMP و STI بود. موارد ذکر شده با نتیجه تحقیقات (سمیع‌زاده،۱۳۷۵) و (عبد میشانی و شبستری،۱۳۶۷) به طور کامل مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

بنابر نظر (Mohammadi & all , 2006)، STI مناسب‌ترین شاخص برای انتخاب ارقام مقاوم به خشکی بوده و به نظر می‌رسد دلیل بالا بودن STI در ارقام مقاومت به خشکی بالابودن محتوای نسبی آب برگ (RWC)، بالا بودن مقدار کلروفیل‌های a،b ، پایداری غشاء سیتوپلاسمی و پایین بودن میزان فلورسانس کروفیل باشد. نتایج تحقیق دیگری نشان داد که در شرایط تنش کم آبی بیشترین میزان کاهش عملکرد با ۱۵۶۵/۰kg/ha مربوط به رقم Amica و ۱۳۴۱/۰ kg/ha مربوط به Hyola 401 می‌باشد. بنابراین در ارقام ذکر شده هم‌بستگی بین Ys و Yp و یا ارتباط خطی بین آن‌ها با بروز تنش بیشتر از سایر ارقام کاهش یافته است (سمیع زاده، ۱۳۷۵).

نتایج

بنابراین به عنوان نتیجه‌گیری کلی از اجرای طرح باید اظهار داشت در غالب موارد ارقامی که بیشترین عملکرد دانه را در شرایط آبیاری معمولی تولید کرده اند، از همین ویژگی در وضعیت تنش کم آبی برخوردار نبوده و باید در هر محیط از رقمی مناسب استفاده نمو د که در این رابطه شاخص های STI وGMP با حدود ۹۰ درصد پیشبینی صحیح، مناسب‌ترین گزینش را برای ارقام جدید کلزا به منظور کاشت در وضعیت‌های مختلف آبی را انجام داده و به صورت یکسان عمل نموده‌اند. شاخص SSI جهت شناسایی ارقام دارای عملکرد بالا در شرایط آبیاری معمولی و تنش کم آبی از کارایی چندانی برخوردار نبوده و بهتر است از شاخص‌های MP و Tol برای انتخاب ارقام دارای عملکرد بالا در شرایط آبیاری معمولی استفاده نمود.

پی نوشت

1-Hervest Index (HI)
2-Stress Tolerance Index (STI)
3-Stress Intensity (SI)
4- Stress Suceptibility Index (SSI)
5-Ralative Stress Tolerance Index (TOL)
6-Mean Productivity (MP)
7- Geometric Mean Productivity (GMP)

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱- احمدی، م. ۱۳۷۰. ویژگی‌های بتانیکی و پاره‌ای از مسایل کشت گیاه روغنی کلزا مجله‌ی زیتون. شماره‌ی۱۰۴ و ۱۰۵.

۲- آقاجانلو، ع. ۱۳۸۳. تجزیه‌ی علیت برای شاخص‌های مقاومت به خشکی و صفات جایگزین در گندم. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشکده‌ی کشاورزی. دانشگاه تبریز.

۳- دادخواهی پور. م. ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی و تراکم‌های مختلف کاشت بر خصوصیات کمی، کیفی و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد ارقام عدس. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه ارومیه.

۴- سمیع زاده، ح. ۱۳۷۵. بررسی تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی صفات کمی و هم‌بستگی آن‌ها با عملکرد نخود سفید. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.

۵- سنجری، ا. ۱۳۸۲. ارزیابی منابع محتمل به تنش خشکی و پایداری عملکرد ارقام و لاین‌های گندم در منطقه‌ی نیمه خشک کشور. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد. دانشگاه اردبیل.

۶- شوریده، م. ۱۳۸۱. ارزیابی چند شاخص مقاومت به خشکی در زیره‌ی سبز (*Cuminum cyminum*) و معرفی ژنوتیپ‌های آن با استفاده از الکتروفورز پروتئین‌های ذخیره‌ای. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد.

۷- شیرانی راد، ا. ۱۳۸۰. نتایج تحقیقات به نژادی کلزا، بخش تحقیقات دانه‌های روغنی. موسسه‌ی تحقیقات اصلاح و تهیه‌ی نهال و بذر کرج.

۸- عبد میشانی. س و ج. شبستری . ۱۳۶۷. ارزیابی ارقام گندم برای مقاومت به خشکی. مجله‌ی علوم کشاورزی. شماره‌ی ۱۹. صفحه‌ی ۴۳-۳۷.

۹- کافی، م.،م، لاهوتی و ا، زند .۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

10- Barar. K. L. and T. J. Gerik. 1996. Late season water stress in cotton. crop science. 36: 922-928.

Archive of SID

www.SID.ir

11- Dehghani. H.، S. Safari and R. Chogan. 2006. Evaluation of inbred Lines maize for drought tolerance based on resistance indices and biplot method. Eucarpia congress. Spain.

12- Fernandes. G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. PP. 254-270. In: Proceeding of the international symposium on adaptation of vegetables and other food crop in temperature and water stress. Taiwan.

13- Kumar، A.، J. Elston & S. K. Yadar. 1993. Effect of water deficit and differences in tissue water status on leaf conductance of brassica spicies. Crop Research Misar. 6: 30، 350-356.

14- Mohammadi. R.، R. Haghparast.، M. Aghaee and R. Rajabi. 2006. Physiological characteristics of advanced durum wheat genotype under rain fed condition. Eucarpi Congress. Spain.

15- Richards. R. A. 1996. Variation with and between species of rapeseed (*Brassica compestris and B. napus*) in response to drought stress. Physiological and phytochemical characters. Australian Journal of Agricultural research. 29: 491-501.

16- Singh، K.B and L. Saxena. 1991. Studies on drought tolerance in Legume programe. Annual Report. ICARDA.

17. Stoker،R.and K.E. Careter.1984. Effect of irrigation and nitrogen on yield and quality of oil seed rap–Newzealand Journal of Experimental Agriculture. 12:219-224.

Archive of SID

www.SID.ir