

بررسی تحمل به سرما در ارقام زمستانه کلزا در شرایط مزرعه

Investigation of cold resistance in winter canola (*Brassica napus* L.) cultivars in field condition

علی موسوی^۱، بهرام علیزاده^۲، منوچهر خدارحمی^۲، خداداد مصطفوی^۳

چکیده

حساسیت گیاه کلزا به ویژه در مرحله گل دهی به تنش سرما سبب کاهش عملکرد گیاه تا ۷۰ درصد می شود. بنابر این ایجاد تنوع ژنتیکی و گزینش ژنوتیپ های متحمل به سرما برای موفقیت تولید محصول حائز اهمیت است. شانزده ژنوتیپ کلزا در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو آزمایش جداگانه در دو تاریخ متفاوت کشت شدند. آزمایش اول یا نرمال در زمان اوایل مهرماه و آزمایش دوم یا تاخیری یک ماه پس از آزمایش اول در سال زراعی ۱۳۸۸-۸۹ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج کشت شد. شاخص های تحمل به سرما شامل شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل به تنش (TOL)، متوسط محصول دهی (MP)، شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی محصول دهی (GMP) محاسبه شدند. براساس این شاخص ها میزان تحمل به سرمای زمستانه و حساسیت ارقام به سرما مشخص شد. نتایج نشان داد که ارقام GKH ۲۰۰۵ و GKH ۳۰۵ براساس شاخص SSI به عنوان متحمل ترین ارقام می باشند. از طرف دیگر براساس شاخص های GMP و MP، STI، GKH ۲۰۰۵ دارای بیشترین شاخص تحمل به سرما (STI) بود همچنین دارای بیشترین میانگین محصول دهی (MP) و نیز دارای بیشترین میانگین هندسی محصول دهی (GMP) بود. رقم SLMO46 کمترین میزان تحمل به سرما را نشان داد.

واژه های کلیدی: کلزا، تحمل به تنش، حساسیت به تنش، عملکرد

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج

۲- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران

مقدمه

ویژگی خاص گیاه کلزا و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی (اکثر نقاط کشور سبب شده است که کشت اسن گیاه توسعه یابد (امیری اوغان و همکاران، ۱۳۸۳) اما حساسیت این گیاه به ویژه در مرحله گل دهی به تنش سرما سبب کاهش عملکرد گیاه تا ۷۰ درصد می شود (Kumar, 1997). بنابراین ایجاد تنوع ژنتیکی و گزینش ژنوتیپ های متحمل به سرما برای موفقیت تولید محصول حائز اهمیت است (Fernandez, 1992).

دمای پایین یکی از عوامل محیطی عمده است که رشد گیاهان را محدود می کند بسیاری از گیاهان نواحی گرمسیری که در معرض دمای پایین کمتر از ۲۰ درجه سانتی گراد قرار می گیرند از سرما خسارت می بینند (Graham and Patterson, 1982). خسارت ناشی از دمای پایین در گیاهان به دو بخش خسارت تنش سرمازدگی و یخ زدگی تقسیم می شود. در حالت اول دما بالای نقطه انجماد (بیشتر از صفر درجه سانتی گراد) و در حالت دوم دما کمتر از نقطه انجماد (کمتر از صفر درجه سانتی گراد) است (Roy & Basu, 2009). کلزا به تنش سرما، حساس است و تا ۷۰ درصد کاهش عملکرد نشان می دهد و این کاهش در گیاهان آبیاری نشده بیشتر از گیاهان آبیاری شده است (Kumar, 1997). ولی اگر کلزا زمستان گذرانی خوبی داشته باشد می تواند دمای ۱۵- درجه سانتی گراد و حتی در صورت وجود پوشش برف تا ۲۰- درجه سانتی گراد را نیز تحمل کند زیرا وجود لایه برف مشابه عایق حرارتی عمل کرده و مانع از کاهش زیاد دمای سطح خاک می شود (Gusta & Connor, 1998). مطالعات دهاوان و لابانا و همکاران (Dhawan, 1985; Labana et al., 1993) روی ارقام مختلف جنس براسیکا نشان داده که تحت شرایط تنش یخ زدگی و سرما صفاتی مانند تعداد برگ روی ساقه اصلی، تعداد شاخه های اولیه طور خوربین و تعداد دانه در خوربین متاثر نمی شوند ارتفاع بوته ابتدا کاهش و سپس بارش در گیاهان خو نگرفته به شدت کاهش نشان می دهند. هدف از تعیین تاریخ کاشت پیدا کردن زمان کاشت رقم

یادگیری از ارقام مشابه یک گیاه است به طوری که مجموعه عوامل محیطی حادث در آن زمان برای سبز شدن استقرار و بقای گیاهچه مناسب باشد و ضمن این که هر مرحله از رشد گیاه با شرایط مطلوب خود رو به رو می شود با شرایط نامساعد محیطی نیز مواجه نشود بهترین تاریخ کاشت منجر به حصول حداکثر عملکرد محصول در مقایسه با سایر تاریخ های مثبت می شود (خواجه پور، ۱۳۷۳) کلزا از جمله گیاهانی است که به تاریخ کاشت حساسیت بسیار زیادی دارد از این رو تعیین مناسب ترین تاریخ کاشت کلزا در هر منطقه از اهمیت بسیار بالایی در توسعه این گیاه در کشور دارد (رودی و همکاران ۱۳۸۲) محققان زیادی اظهار داشتند که تاخیر در کاشت کلزا سبب کاهش عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه مقدار روغن و نیز کاهش تعداد روز تا شروع گل دهی و تعداد روز تا رسیدن می شود (Johnson et al., 1995 Mandal et al., 1994)، کازرانی و احمدی (۱۳۸۳)، (فرجی، ۱۳۸۷)، کورمی و کالیتا (۱۹۹۲) با بررسی اثر تاریخ کاشت و میزان بذر روی عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در هندوستان نتیجه گرفتند که گیاه کلزا نسبت به تاریخ کاشت عکس العمل زیادی نشان می دهد (Kurmi and Kalita, 1992). کرلندو جانسون (۲۰۰۰) اظهار داشتند که تولید کلزا در کانادا اغلب توسط گرما خشکی آخر فصل به دلیل کوتاه شدن طول دوره رشد محدود می شود Kir-land & Johnson, 2000).

کومار اختلاف بین عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش را (Tolerance) TOL نامیده و به عنوان شاخص تحمل به تنش معرفی کردند (Kumar, 1997). مقادیر بالای این شاخص نشانه حساسیت نسبی ژنوتیپ ها به تنش بوده بنابراین مقادیر که TOL مطلوب است ژنوتیپ های گزینش شده براساس این شاخص اگر چه در شرایط بدون تنش عملکرد نسبی کم ولی در شرایط تنش عملکرد نسبی زیادی دارند شاخص میانگین محصول دهی (MP) نیز توسط این دو محقق ارائه گردید. که به صورت متوسط جمع جبری عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و بدون تنش تعریف

۵ محاسبه شد و براساس این شاخص‌ها میزان تحمل به سرما زمستانه و حساسیت ارقام به سرما مشخص شد.

$$Y_S = \text{عملکرد ژنوتیپ در شرایط تنش}$$

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

$$Y_P = \text{عملکرد ژنوتیپ در شرایط بدون تنش}$$

$$2) TOL = Y_P - Y_S$$

$$3) MP = \frac{(Y_P - Y_S)}{2}$$

$$\bar{Y}_S = \text{میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش}$$

$$4) GMP = \sqrt{(Y_S)(Y_P)}$$

$$\bar{Y}_P = \text{میانگین عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش}$$

$$5) STI = \frac{(Y_P)(Y_S)}{(\bar{Y}_P^2)}$$

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه در جدول ۱ نشان داده شده است. طبق این جدول بین تیمارها از لحاظ عملکرد دانه در شرایط کشت نرمال اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد ولی بین تکرارها در شرایط کشت نرمال اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در نتایج بدست آمده حاصل از تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه در شرایط کشت تاخیری (جدول ۱) بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد همچنین بین تکرارها نیز اختلاف معنی‌داری وجود نداشت تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه در شرایط کشت نرمال و تاخیری (جدول ۲) نشان داد که اثر تاریخ کاشت عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری است همچنین اثر ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه میانگین عملکرد دانه در شرایط کشت تأخیری و نرمال در (جدول ۳) نشان داده شده است رقم‌های، GK305, GK506, GKHolivia, GK1103, GK2005, GK3705, Modena, GKHelena و Zarfam, Licord, Talaye, Opera, GK0724 در کشت نرمال همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند و دارای بیشترین عملکرد دانه بودند. کمترین عملکرد دانه در کشت نرمال در

می‌شود فرناندز شاخص (STI) (Stress Tolerance Index) رابه عنوان معیاری برای گزینش ارقام متحمل به تنش پیشنهاد نمود مقادیر بالای STI نشان دهنده تحمل زیاد تنش و عملکرد بالقوه زیاد است ارقام دارای STI زیاد ژنوتیپ‌هایی هستند که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند شاخص دیگری که توسط فرناندز ارائه شد میانگین هندسی محصول دهی (GMP) (Geometric Mean Productivity) بود. (Fernandez, 1992) این شاخص در مقایسه با MP در تفکیک ژنوتیپ‌ها قدرت بیشتری دارد شاخص SSI (Stress Susceptibility Index) توسط فیشر و مورد پیشنهاد شد مقادیر کم SSI بیان گر تغییرات کم عملکرد در شرایط تنش نسبت به شرایط بدون تنشی و پایداری بیشتر ژنوتیپ است.

هدف از این آزمایش شناسایی ارقام حساس و متحمل به سرما در شرایط مزرعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تحمل به سرما در ارقام زمستانه کلزا از ۱۶ رقم کلزا به اسامی، GK305, GKHolivia, GK506, GK1103, GK1605, GK2005, GK3705, Modena, SIm046, Okapi, Zarfam, Licord, Talaye, Opera, GK0724, GKHelena, استفاده شد.

ارقام مورد بررسی در دو آزمایش جداگانه در دو تاریخ متفاوت کشت شدند. آزمایش اول یا نرمال در اوایل مهر ماه و آزمایش دوم یا تاخیری یک ماه پس از آزمایش اول در مزرعه تحقیقاتی موسسه اصلاح و تهیه بذر و نهال در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. هر آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد شاخص‌های مختلف مقاوت به سرما شامل شاخص حساسیت به تنش (SSI) طبق رابطه ۱ شاخص تحمل به تنش (TOL) طبق رابطه ۲ متوسط محصول دهی (MP) طبق رابطه ۳، شاخص تحمل به تنش (STI) طبق رابطه ۴ و میانگین هندسی محصول دهی (GMP) طبق رابطه

تن در هکتار) بود در آزمایش انجام شده توسط دهدشتی و همکاران ۱۳۸۷ اثر تاریخ کاشت به میزان عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار شد به طوری که تاریخ کاشت اول (۵ مهر) میزان عملکرد دانه بیشتری به تاریخ کاشت دوم (۵ آبان) به خود اختصاص داد. در تحقیقات انجام شده توسط دهدشتی و همکاران ۱۳۸۷ تفاوت بین ارقام از نظر میزان عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد به طوری که Opera rgs H-330 , Slm.Zarfam و H401 بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند بین این ارقام تفاوت معنی داری مشاهده نشد همچنین رقم land race کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. در نتایج بدست آمده توسط خیاط و همکاران ۱۳۸۸ تاریخ کاشت آخر (۳۰ آذر) بدلیل کوتاه بودن طول دوره رویشی و نقصان در اجزاء عملکرد دارای پایین تری عملکرد دانه ۱۵۱۵ کیلوگرم در هکتار و تاریخ کاشت اول (۱۵ آبان) با استفاده بهینه از شرایط محیطی بالاترین عملکرد (۲۶۱۱ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد برتری عملکرد دانه هیبریدها یولا ۴۰۱ (۲۸۰۵ کیلوگرم در هکتار) بر سایر ارقام به خصوصیات ژنتیکی و پتانسیل عملکرد بالاتر آن ارتباط داشت.

بین ارقام مورد آزمایش مربوط به ارقام Okapi+SLM046 و GKH1605 می باشد که همگی در یک گروه قرار می گیرند. عملکرد دانه در رقم GKH506، ۲,۲۲۵ کیلوگرم در کشت نرمال بود که به ۱/۳۰۷ کیلوگرم در کشت تاخیری کاهش یافت. در مورد سایر ارقام مورد آزمایش نیز این مسئله صدق می کند که نشان دهنده تاخیر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه در کلزا می باشد. بیشترین عملکرد دانه در شرایط کشت تاخیری به ترتیب مربوط به ارقام GKH2005 و با ۱/۴۴۵ کیلوگرم و GKH506 با ۱/۳۰۷ کیلوگرم بود. کمترین عملکرد دانه در شرایط کشت تاخیری به ترتیب مربوط به ارقام zarfam با ۰/۶۴۰ کیلوگرم و SLM046 با ۰/۶۸۶ کیلوگرم بود. در تحقیقات صورت گرفته ملک شاهی و همکاران (۱۳۸۸) نتایج تجزیه واریانس شاخص ها اختلاف معنی داری را در سطح احتمال ۱ % بین ژنوتیپ ها و از نظر کلیه شاخص های تحمل به خشکی و عملکرد دانه در دو شرایط محیطی تنش و بدون تنش نشان داد گروه بندی ژنوتیپ ها به روش LSD و در سطح احتمال ۵ % و ۱ % نشان داد که در شرایط عدم تنش بیشترین عملکرد متعلق به ژنوتیپ و Dante (۲/۵۸) تن در هکتار) و در شرایط تنش متعلق به ژنوتیپ GKH305 (۱/۴۷)

جدول ۱- تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه در شرایط کشت نرمال و تاخیری

Table 1. simple variance analysis of seed yield in normal and delayed cultivation condition

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی (Df)	عملکرد (نرمال) Yield(normal)	عملکرد (تاخیری) Yield(delayed)
تکرار (Replication)	2	025ns	0.134ns
تیمار (Treatment)	15	0.283*	0.167ns
خطا (Error)	30	0.134	0.095

*** و * و ns و به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و غیر معنی دار

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% levels, respectively.

بررسی تحمل به سرما در ارقام زمستانه کلزا در شرایط مزرعه

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه در شرایط کشت نرمال و تاخیری
Table2. Variance analysis of seed yield in normal and delayed cultivation condition

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	عملکرد Yield
تاریخ کاشت (planting date)	1	17.43*
خطای ۱ (Error 1)	4	0.08
تیمار (Treatment)	15	0.35**
تاریخ کاشت × تیمار (planting date × Treatment)	15	0.1ns
خطای ۲ (Error 2)	60	0.115

*** و ** و ns و به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و غیر معنی دار

.ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% levels, respectively

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکرد دانه در شرایط کشت نرمال و تاخیری
Table 3. Mean comparison of seed yield in normal and delayed cultivation condition

ارقام Cultivar	عملکرد نرمال Yield(normal)	عملکرد تاخیری Yield(delayed)
GKHolivia	2.145ab	0.818bcd
GKH305	1.891abcd	1.282abc
GKH506	2.225a	1.307ab
GKH1103	1.625abcd	0.898abcd
GKH1605	1.466bcd	0.743bcd
GKH2005	2.101ab	1.445a
GKH3705	1.688abcd	0.995abcd
Modena	1.993abc	0.797bcd
SLM046	1.341cd	0.686cd
Okapi	1.253d	0.835bcd
Zarfam	1.253abcd	0.640d
Licord	1.830abc	0.865abcd
Talaye	1.836abcd	1.047abcd
Opera	1.673abcd	0.771bcd
GkH0724	1.523ab	1.128abcd
Gk Helena	2.161ab	1.00abcd

میانگین هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means which have at least one common letter are not significantly different at the 5% level using DMRT.

دارای بیشترین شاخص تحمل به سرما (STI) برابر ۰/۱۰۳ بود همچنین دارای بیشترین میانگین محصول دهی (MP) برابر ۱/۷۷۳ و نیز دارای بیشترین میانگین هندسی محصول دهی (GMP) برابر ۲/۰۹۴ بود از طرف دیگر رقم SLM046 کمترین میزان تحمل به سرما (STI) برابر ۰/۰۳۱ را داشت رقم GKH506 , GKH0724 نیز از نظر شاخص تحمل به سرما (STI) به رقم GKH2005 نزدیک بودند به ترتیب ۰/۰۹۹ و

نتایج محاسبه شاخص های تحمل به سرما برای ارقام در جدول ۴ آمده است براساس دو شاخص SSI و TOL که هر چه مقدار حاصله کوچکتر باشد ژنوتیپ مورد نظر متحمل تر می باشد ارقام GKH305, GKH2005 به ترتیب با SSI=۰/۶۶ و SSI=۰/۲۸۶ به عنوان متحمل ترین ارقام شناسایی می شوند از طرف دیگر بر اساس شاخص های STI , MP , GMP که مقادیر بالای آنها دلالت بر تحمل ژنوتیپ تحت بررسی دارد رقم GKH2005

عملکرد دانه (Ys) در شرایط کشت تاخیری را دارا بودند. (Yp) بیشترین میانگین عملکرد دانه (Yp) در شرایط کشت نرمال و رقم GK2005 بیشترین میانگین

جدول ۴. برآورد میانگین شاخص‌های تحمل به سرما برای عملکرد دانه در ارقام کلزا
Table 4. Mean (Brassica napus varieties) for seed yield measurement of cold resistance indicators

ژنوتیپ	Yp	Ys	MP	GMP	STI	SSI	TOL
GKHolivia	2.145	0.825	1.485	1.208	0.060	1.302	1.320
GKH305	1.891	1.281	1.586	1.761	0.082	0.682	0.610
GKH506	2.225	1.306	1.765	1.948	0.099	0.875	0.919
GKH1103	1.625	0.898	1.261	1.144	0.049	0.947	0.727
GKH1605	1.466	0.743	1.104	0.899	0.037	1.044	0.723
GKH2005	2.101	1.445	1.773	2.094	0.103	0.661	0.646
GKH3705	1.688	0.955	1.321	1.240	0.055	0.919	0.733
Modena	1.003	0.797	1.248	1.125	0.054	1.270	1.196
SLM046	1.341	0.686	1.013	0.794	0.031	1.033	0.655
Okapi	1.253	0.835	1.044	0.934	0.035	0.706	0.418
Zarfam	1.830	0.640	1.235	0.865	0.040	1.376	1.370
Licord	1.836	0.865	1.350	1.172	0.054	1.118	0.971
Talaye	1.673	1.046	1.359	1.352	0.059	0.792	0.627
Opera	1.523	0.771	1.147	0.954	0.040	1.044	0.752
GKH0724	2.161	1.128	1.096	1.658	0.083	1.012	1.030
GKHHelena	2.103	1.006	1.036	1.458	0.072	1.103	1.097

Ys: عملکرد در شرایط کشت تاخیری (تنش) Yp: عملکرد در شرایط نرمال (بدون تنش) MP: میانگین محصول دهی، GMP: میانگین هندسی محصول دهی، SSI: شاخص حساسیت به سرما، TOL: شاخص تحمل، STI: شاخص تحمل به سرما

جدول ۵- همبستگی بین شاخص‌های تحمل به سرما و عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش در ارقام کلزا

Table 5. correlation between cold resistance indicators and yield in stress and non stress condition in canola varieties

	Yp	Ys	MP	GMP	STI	TOL
Yp	0.577*					
MP	0.571*	0.727**				
GMP	0.733**	0.987**	0.749**			
STI	0.816**	1.939**	0.741**	0.990**		
TOL	0.621**	-0.270	0.001	-0.067	0.066	
SSI	0.215	-0.647**	-0.327	-0.479	-0.352	0.867**

**و* به ترتیب اختلاف معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and **: Non significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ضرایب هم بستگی بین شاخص‌های تحمل به سرما و عملکرد در شرایط کشت نرمال (بدون تنش) و کشت تاخیری (تنش) در شرایط کشت نرمال (Yp) عملکرد در شرایط تنش با شاخص‌های

MP, GMP, STI همبستگی مثبت و معنی داری را نشان داد و همچنین عملکرد تحت شرایط بدون تنش با شاخص‌های MP, GMP, STI, TOL هم بستگی معنی داری را نشان داد هم بستگی عملکرد تحت تنش با شاخص SSI منفی و معنی دار بود ($r = 0/647$). شاخص‌هایی که در هر دو آزمایش دارای هم بستگی بالایی با عملکرد دانه باشند به عنوان بهترین شاخص معرفی می‌شوند چرا که این شاخص‌ها قادر به جدا کردن و شناسایی ژنوتیپ‌ها با عملکرد دانه بالا در هر دو محیط می‌باشند در همین رابطه با توجه به نتایج ضرایب هم بستگی شاخص‌های مختلف و عملکرد تحت شرایط تنش و بدون تنش ملاحظه می‌شود که شاخص‌های MP, STI, GMP به عنوان بهترین شاخص‌ها می‌توانند جهت دستیابی به ارقام پر محصول در هر دو شرایط محیطی به کار روند (فرشادفر، ۱۳۷۶). در این آزمایش شاخص‌های MP, STI, GMP دارای هم بستگی بالا با عملکرد در هر شرایط تنش و بدون تنش می‌باشند.

فرناندز ۱۹۹۲ با استفاده از نتایج هم بستگی بین شاخص‌های TOL, MP, SSI با Yp, Ys نتیجه گرفت که STI شاخص عملکرد بالقوه و تحمل به تنش می‌باشد و قادر است ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌های جدا نماید (Fernandez, 1992). محققینی نظیر خلیلی (۱۳۷۹) و سمیع زاده (۱۳۷۷) گزارش کردند که شاخص‌های MP, STI به عنوان بهترین شاخص‌ها می‌توانند جهت دستیابی به ارقام پر محصول در هر دو شرایط محیطی استفاده شوند. ماهاجان و تیوجان نیز در مطالعه‌ای بین ۳ شاخص MP, GMP, STI با عملکرد دانه هم بستگی بالایی در هر دو محیط تنش و بدون تنش خشکی گزارش کردند (Mahajan, and Tutejan, 2005).

دانشیان و همکاران در بررسی ارقام جو هم بستگی بالا و مثبتی بین شاخص‌های MP, STI, GMP با عملکرد در شرایط تنش گزارش نمودند (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۵).

References

منابع

- امیری اوغان، ح.، م. ج. عالم خو مرام.، وف. جاوید. ۱۳۸۳. پایداری عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های بهاره کلزا. مجله علوم زراعی ایران جلد ۶، شماره ۳، صفحات ۲۰۳-۲۱۳.
- امینیان، ر. م.، خدا مباحی امامی و م. یادگاری. ۱۳۸۵. بررسی هم بستگی بین صفات مختلف و شاخص‌های تحمل به خشکی در لویای معمولی. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.
- خلیلی، م. ج.، م. کاظمی اربط.، م. مقدم.، ر. شکبیا و ر. چوگان. ۱۳۷۹. ارزیابی شاخص‌های تحمل به خشکی در مراحل مختلف فنولوژیکی ژنوتیپ‌های ذرت. چکیده مقالات ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات. بابلسر. دانشگاه مازندران ۱۳-۱۶ شهریور. صفحه ۱۰۹.
- خواجه پور، م.، ر. ۱۳۷۳. اصول و مبانی زراعت. جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی مشهد.
- خیاط، م.، ش. لک.، م. گوهری.، م. م. مطیعی. ۱۳۸۸. اثر تاریخ کاشت بر منحنی رشد و عملکرد ژنوتیپ‌های کلزا، فصلنامه علمی تخصصی فیزیولوژی گیاهان زراعی، سال اول، شماره ۱، ۱۱ صفحه.
- دانشیان، ج.، س. غالبی و پ. جنوبی. ۱۳۸۵. ارزیابی ضریب پاسخ عملکرد و شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی در ارقام جو خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۸۵. پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.
- دهدشتی، س. م.، ع. سلیمانی.، پ. مجد نصیری. ۱۳۸۷. تاثیر کشت تاخیری بر شاخص‌های فیزیولوژیکی ارقام کلزا (*Brassica napus*). مجله پژوهش در علوم کشاورزی، جلد چهارم، شماره ۲، صفحه ۱۶۳-۱۵۲.
- رودی، د.، س. رحمانپور.، ف. جاوید فر. ۱۳۸۲. زراعت کلزا. انتشارات دفتر برنامه ریزی رسانه ترویجی
- سالی، ا.، ح. مدنی.، ا. ح. شیرانی راد. ۱۳۸۶. بررسی واکنش ارقام کلزا به کشت تاخیری در شرایط آب و هوایی کرج، یافته‌های نوین کشاورزی، سال اول، شماره ۳، صفحه ۱۹۹-۱۹۱.
- سمیع زاده، ح.، ع. ر. طالعی.، ع. گرامی و ح. پور دایی. ۱۳۷۷. بررسی مناسب ترین شاخص حساسیت به خشکی در ارقام نخود. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۱۳-۹ شهریور. صفحه ۲۴۸.
- فرجی. ۱۳۸۷. تاثیر تاریخ کاشت، مقدار بذر و فاصله ردیف بر صفات زراعی و عملکرد دانه کلزا رقم RGS 003 در منطقه گنبد. نهال و بذر، جلد ۲۴، شماره ۴، صفحات ۶۲۳-۶۴۲.
- فرشادفر، ع. ۱۳۷۶. روش شناسی اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه رازی. طاق بستان. صفحه ۶۱۶.
- کازرانی، ن.، م. ر. احمدی. ۱۳۸۳. بررسی اثر ژنوتیپ و تاریخ کاشت بر صفات کمی و کیفی کلزا (*Brassica napus L.*) در استان بو شهر مجله علوم ایران. جلد ۶، شماره ۲، صفحات ۱۲۷-۱۳۷.
- ملک شاهی، ف.، ح. دهقانی.، ب. علیزاده. ۱۳۸۸. مطالعه شاخص‌های تحمل به خشکی در برخی از ارقام پاییزه کلزا (*Brassica napus*). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۳، شماره ۴۸، صفحه ۸۹-۷۷.
- Dhawan, A. K. 1985. Freezing in oiled Brassica ssp. Some factors affecting injury. J. Agric. Sci. Camb., 104:513-518.
- Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. in proceeding of an the sympo. taiwan, 13-16 Aug. 1992. By c.G. 1993. AVRDC.

- Graham, D. and B. D. Patterson. 1982.** Response of plant low, non-freezing temperatures: proteins, metabolism and acclimation. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 33:347-372.
- Gusta, L. V. and B.J. O. Connor. 1998.** Frost tolerance of wheat, oats, barley, canola and mustard and the role of ice-nucleating bacteria. *Can. J. plant Sci.*, 67:1155-1165
- Johnson, B. L., K. R. McKay., A. A. Schneider., B. K. Hanson., and B. G. Schatz. 1995.** Influence of planting date on canola and crambe production. *Journal of production Agriculture*, 8:594-599
- Kirland, K. and E. N. Johnson. 2000.** Alternative seeding dates (fall and April) affect (Brassica napus) Canola yield and quality. *Can. J. plant Sci.*, 80:715-719
- Kumar, D. 1997.** Crop response to abiotic stresses, Vol 2: Oilseed. Scientific publishers Jodhpur, India
- Kurmi, K. and M. M. Kalita. 1992.** Effect of sowing date seed rate and method of sowing on growth yield and oil content of rapeseed (B. napus). *Indian J. Agron.*, 37:595-597
- Labana, K. S., S. S. Banga., S. K. Banga. 1993.** Breeding oilseed Brassicas. Springer- verlag
- Mahajan, S. and N. Tutejan. 2005.** cold, salinity and drought stresses: An overview. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 444:139-158.
- Mandal, S. M. A., B. K. Mishra and A. K. Patra. 1994.** Yield loss in rapeseed and mustard due to aphid infestation in respect of different varieties and dates of sowing. *Orissa J. Agric.*
- Roy, B. and A. K. Basu. 2009.** Abiotic stress tolerance in crop plants: Breeding and biotechnology. New india Publishing Agency (NIPA). Pitam Pura, New Delhi.