

اثر شرایط محیطی بر ارقام کلزای پاییزه و رابطه بین پایداری غشاء سلول‌های طوقه  
و عملکرد کمی و کیفی محصول دانه\*  
Effects of Environmental Conditions on Winter Rapeseed Cultivars and  
Relationship Between Crown Cell Membrane Stability and  
Seed Yield Quality and Quantity

حمید مدنی، قربان نورمحمدی، اسلام مجیدی،

امیرحسین شیرانی‌راد و محمدرضا نادری

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و دانشگاه آزاد اسلامی

تاریخ دریافت: ۸۲/۱۱/۲۵

چکیده

مدنی، ح.، نورمحمدی، ق.، مجیدی، ا.، شیرانی‌راد، ا. ح.، و نادری، م. ر. ۱۳۸۳. اثر شرایط محیطی بر ارقام کلزای پاییزه و رابطه بین پایداری غشاء سلول‌های طوقه و عملکرد کمی و کیفی محصول دانه. نهال و بذر ۲۰: ۴۴۵-۴۵۶.

این تحقیق به منظور ارزیابی تحمل به سرمای ۲۴ رقم کلزای پاییزه و رابطه آن با عملکرد کمی و کیفی دانه در سال‌های زراعی ۸۰-۱۳۷۹ و ۸۱-۱۳۸۰ در چهار منطقه زنجان، همدان، شهرکرد و کرج به طور همزمان انجام شد. کاشت پاییزه در این چهار منطقه اقلیمی نسبتاً سرد در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار انجام شد. رشد اولیه کلزا تا آغاز استقرار دوره سرما در هر منطقه که مصادف با مرحله چهار تا پنج برگی بوته‌ها بود به عنوان مرحله روزت در نظر گرفته شد. مشاهده رفتار نسبتاً مشابه در رشد و نمو ارقام مختلف در مناطق مذکور نشان داد که تحمل به سرمای بوته‌های جوان کلزا در انتهای دوره اولیه و روزت به نحو مطلوبی با میزان روغن ذخیره شده در دانه همبستگی مستقیم و معنی‌دار دارد ولی عملکرد دانه با پایداری غشاء سلول‌های طوقه که در این آزمایش به عنوان شاخص تحمل به سرما در نظر گرفته شد، همبستگی معنی‌داری نشان نداد. از نظر تحمل به سرما و حفظ پایداری غشاء سلول‌های طوقه ارقام Alice و Regent × Cobra با میانگین ۷/۸ درصد روغن دانه و ارقام Parade و Consul به ترتیب با میانگین‌های ۴/۳۲ و ۴/۱ تن در هکتار عملکرد دانه به عنوان ارقام برگزیده معرفی شدند. نتیجه نهایی به دست آمده نشان داد ارقامی که عملکرد دانه بیشتری داشتند، لزوماً دارای ویژگی تحمل سرما و پایداری غشاء سلول‌های طوقه در مرحله روزت نبودند از طرف دیگر با احتمال ۹۵ درصد، بالا بودن درصد روغن دانه می‌تواند ناشی از ویژگی تحمل به سرما در ارقام پاییزه باشد.

واژه‌های کلیدی: کلزا، تحمل به سرما، پایداری غشاء سلولی طوقه، عملکرد دانه، درصد روغن دانه.

\* بخشی از رساله دکتری نگارنده اول که به دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران ارائه گردیده است.

## مقدمه

مستقیم سرما می‌باشند و به دنبال آن سایر مراحل رشد و نمو گیاه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند. در کلزا عملکرد در واقع موازنه‌ای بین رشد رویشی و پتانسیل تعداد گل و دانه می‌باشد و زمان وقوع این مراحل اهمیت زیادی در تولید محصول و عملکرد کمی و کیفی دانه دارد. تحقیقات نشان داده است که دماهای پایین در طول گلدهی از طریق عقیم کردن دانه‌های گرده عامل اصلی کاهش محصولات دانه‌ای می‌باشد (Torsell, 1959). به طوری که بروز تنش در طول دوره گلدهی و گرده‌افشانی نقش مهمی در تفکیک ارقام کلزا از نظر عملکرد و اجزای عملکرد دارد (Romagoza and Fax, 1993). مندهام و همکاران (Mendham et al., 1981a,b) نشان دادند که تعداد دانه در بوته با افزایش وزن خشک گیاه در مرحله گلدهی که به صورت میلی گرم به ازای هر خورجین بیان می‌شود، افزایش پیدا می‌کند و بر خورداری گیاه از وزن خشک نسبتاً بالاتر در مرحله گلدهی خصوصاً در ارقام پاییزه تابع عامل محیط رشد اولیه گیاه در مرحله روزت و نیز وجود ذخایر کافی برای آغاز رشد مجدد بهاره به کمک ذخایر ریشه در مرحله روزت است (Mendham et al., 1984). می‌توان چنین تصور کرد که ارقام سازگار کلزا در برابر سرما باید از ویژگی‌هایی برخوردار باشند که اغلب در طی دوره مقاوم‌سازی به سرما یا مرحله روزت آن را به دست می‌آورند. این پژوهش

مقاومت کلزا به سرما در طول دوره فعال رشد و نمو مانند سایر گیاهان، نسبتاً کم است، ولی در اواخر پائیز هنگامی که رشد ارقام پاییزه کلزا متوقف می‌شود به نوعی مقاومت و تحمل نسبی به سرما طی فرآیندی تدریجی در گیاه ایجاد می‌گردد که می‌توان آن را عادت به سرما (Acclimatization) نامید (Rab and Salveit, 1996). این نوع سازگاری در بهار پس از شروع مجدد رشد فعال به تدریج کاهش می‌یابد و دماهای بالاتر از صفر پایه گیاه (۵-۶ درجه سانتی‌گراد) مقاومتی را که گیاه در طول دوره روزت به سرما به دست آورده است منتفی می‌سازد (Hogdson, 1987). سازگاری نسبتاً مطلوب گونه *Brassica napus* با تولید محصول مناسب در یک محیط خنک با فصل رشد طولانی به مراتب بیش‌تر از عملکرد گونه مشابه آن یعنی *B. campestris* در شرایط فصل رشد کوتاه بوده و حتی مقایسه عملکرد محصول در یک منطقه مشابه در کاشت به‌هنگام و دیر هنگام تا دو برابر اختلاف نشان می‌دهد (Richards and Turling, 1978). به هر حال برخی پدیده‌ها مانند ضعف گیاهچه، توقف رشد، پژمردگی، کلروز، نکروز و کاهش محصول در کلزا می‌تواند ناشی از تنش سرما باشد. همچنین زمان لازم تا سبز شدن گیاه عمدتاً به دمای خاک و وضعیت آب خاک بستگی دارد. فرآیندهایی از گیاه مثل جوانه‌زنی، رشد اولیه و فتوسنتز گیاهچه تحت تأثیر تنش

در پائیز و در زمان کاشت و باقیمانده در بهار و در دو مرحله به صورت سرک به مصرف رسید. تمامی کود فسفر (فسفات آمونیوم) و پتاسیم (سولفات پتاسیم) قبل از کاشت به قطعات آزمایشی اضافه گردید. عملیات کاشت بذر با دست و در تاریخ پانزدهم شهریور ماه هر سال در کلیه مناطق در قطعات آزمایشی که در دو سال گذشته آیش بوده‌اند انجام شد و آبیاری مزارع به روش نشتی و با کمک سیفون بلافاصله پس از کاشت اعمال گردید. آبیاری به طور منظم تا پایان دوره رشد و نمو گیاه برای جلوگیری از بروز هر گونه تنش خشکی انجام شد. کنترل علف‌های هرز و تنک کردن مزارع به روش دستی و در طی دو مرحله تا قبل از آغاز دوره زمستان گذرانی کلزا انجام شد، به طوری که در آغاز این دوره تراکم بوته به حدود ۱۰۰ بوته در مترمربع رسید. همچنین در فصل بهار با استفاده از حشره کش‌های عمومی، آفات مزرعه کنترل گردید.

برای اندازه‌گیری پایداری غشاء سلول‌های بافت طوقه، ابتدا از استقرار مرحله روزت در بوته‌ها اطمینان حاصل گردید. در ارقام پاییزه وجود ۶ تا ۸ برگ در بوته و آفت دما به کم‌تر از صفر فیزیولوژیک گیاه (۴ درجه سانتی‌گراد) برای مدت دو هفته معیار استقرار حالت روزت یا کمون در نظر گرفته شد. (احمدی، ۱۳۷۶؛ حجازی، ۱۳۷۹ الف؛ Morrison et al., 1989) در این آزمایش‌ها برای اندازه‌گیری میزان پایداری غشاء سلولی از

سعی در شناسایی، معرفی و تعیین میزان همبستگی میان برخی از این ویژگی‌ها و رابطه آن‌ها با عملکرد و درصد روغن دانه و همچنین میزان تأثیرپذیری این شاخص‌ها را از محیط دارد.

### مواد و روش‌ها

این بررسی با استفاده از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار، در چهار منطقه زنجان، همدان، شهرکرد و کرج به طور همزمان و در دو سال زراعی (۸۰-۱۳۷۹ و ۸۱-۱۳۸۰) انجام شد. محل اجرای آزمایش‌ها، در کرج مزرعه آزمایشی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و در سایر مناطق، مزارع آزمایشی مرکز تحقیقات کشاورزی هر منطقه بود. سایر آزمایش‌ها نیز در مجتمع آزمایشگاهی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی در کرج انجام شد. مشخصات اقلیمی مناطق محل آزمایش‌ها در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج آزمایش‌های منطقه کرج به عنوان شاهد برای سایر مناطق در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف کاشت به طول پنج متر با فاصله ردیف‌های ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک و کوددهی با توجه به آزمایش خاک و توصیه‌های کودی مؤسسه تحقیقات خاک و آب در زمان مناسب برای هر منطقه انجام شد. مصرف بخشی از کود نیتروژن (اوره)

الکترولیت سلول‌های طوقه در مرحله الکترولیت حاصل به وسیله دستگاه EC متر برحسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت گردید (احمدی، ۱۳۷۶؛ Torrsell, 1959). در پایان فصل رشد و پس از رسیدن ارقام، عملیات برداشت محصول به منظور تعیین عملکرد دانه با حذف اثر حاشیه‌ای از مساحتی معادل ۴ مترمربع به صورت دستی انجام شد و برای اندازه‌گیری درصد روغن دانه از روش (Nuclear Magnetic Resonance: NMR) استفاده شد. نتایج به دست آمده توسط نرم‌افزار آماری MSTAT-C تجزیه و تحلیل و از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

روش تعیین هدایت الکتریکی محلول زمستان‌گذرانی استفاده گردید. برای این کار در هر مزرعه در مرحله روزت، تعداد ده بوته کامل از هر کرت آزمایشی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از شستشوی مقدماتی بوته‌ها و حذف گل و لای ناحیه ریشه، مجدداً ریشه و طوقه نمونه‌ها با آب مقطر شستشو گردید. در این مرحله بخشی از طوقه به طول ده میلی‌متر از بوته‌ها جدا و به ظروف جداگانه‌ای که برای هر کدام از ارقام در نظر گرفته شده بود منتقل و ۲۰ میلی‌متر آب دوبار تقطیر شده به هر ظرف اضافه گردید. محتویات ظروف به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد به وسیله شیکر (۲۵ دور در دقیقه) تکان داده شد و یک ساعت بعد، میزان هدایت الکتریکی

جدول ۱- برخی از خصوصیات اقلیمی و آب و هوایی ایستگاه‌های محل آزمایش

Table 1. Some climatological and meteorological records of experimental stations

Location	منطقه	مختصات جغرافیایی Coordinates		ارتفاع از سطح دریا Elevation (m)	تعداد روزهای یخبندان Freezing days	حداقل دمای سالانه Minimum annual temperature (°C)	میانگین حداقل دما در مدت آزمایش Av. of Min. temperature in the course of experiment
		طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude				
Zanjan	زنجان	48° 27'	36° 40'	1663	128	-30	-14.62
Hamedan	همدان	48° 32'	34° 52'	1730	77	-34	-16.11
ShahreKord	شهرکرد	50° 51'	32° 18'	2070	95	-32	-13.30
Karaj	کرج	50° 57'	35° 48'	1312	60	-17	-2.90

### نتایج و بحث

مناطق مختلف به طور محسوسی متفاوت بود به طوری که منطقه همدان با میانگین ۱۶/۱۱- درجه سانتی‌گراد و در طول مدت ۷۷ روز که توام با دماهای زیر صفر بود نسبت به سایر مناطق

همان طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود حداقل میانگین دما که مصادف با دوره روزت در رشد و نمو ارقام کلسزای پاییزه می‌باشد در

Akamar ، DP.98.4 و Euro1 بالاترین تحمل را به سرمای دوره زمستان گذرانی با پایداری غشاء سلول‌های طوقه نشان دادند و ارقام Regent × Cobra و Colvert کمترین پایداری غشاء را در سلول‌های طوقه نشان دادند. مقایسه بالاترین عملکرد دانه در سال‌های انجام آزمایش توسط رقم Consul و در منطقه شهرکرد با میانگین ۵/۶۸ و کمترین آن در منطقه زنجان با میانگین ۲/۰۲ تن در هکتار تولید گردید. میزان عملکرد دانه کلیه ارقام در سال دوم نسبت به سال اول بیشتر بود. در بررسی اثر متقابل سال در منطقه در رقم نیز مشخص گردید که بالاترین عملکرد دانه در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ در منطقه زنجان با میانگین ۵/۷ تن دانه در هکتار توسط رقم Consul و کمترین آن در سال زراعی ۸۰-۱۳۷۹ با میانگین ۲/۰۲ تن و توسط رقم PF7075/91 به دست آمده است. نتایج تعیین ضرایب همبستگی میان صفات مختلف نشان داد که بین عملکرد دانه و درصد روغن همبستگی مثبت و معنی‌دار ( $r=0/16$ ) و بین درصد روغن با میزان EC طوقه که شاخصی برای پایداری غشاء سلول‌های بخش زمستان گذران بوته‌ها می‌باشد همبستگی معکوس و معنی‌دار ( $r=-0/18$ ) وجود دارد. در این آزمایش بین عملکرد دانه و پایداری غشاء سلول‌های طوقه همبستگی معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴).

در دوره کوتاهی برودت بیشتری را در طول دوره روزت به بوته‌ها تحمیل کرد و پس از آن شهرکرد، زنجان و کرج دوره‌های سرد با دمای زیر صفر درجه سانتی‌گراد را گذراندند. با توجه به خصوصیات دمایی مناطق مختلف در طول دوره طولانی روزت کلزای پاییزه و با توجه به میزان کاهش دما نسبت به صفر پایه گیاه می‌توان اظهار داشت که سرمای زیاد در دوره نسبتاً کوتاه شرایط سختی را برای مقاوم‌سازی کلزا به سرما به وجود می‌آورد. در این شرایط مشاهده می‌شود که اثر اصلی سال، منطقه و رقم روی عملکرد، درصد روغن دانه و پایداری غشاء سلول‌های طوقه و اثر متقابل رقم در منطقه و سال در منطقه برای تمام صفات بررسی شده معنی‌دار شد ولی اثر متقابل میان سال در رقم برای عملکرد دانه و سال در رقم و سال در منطقه در رقم برای درصد پایداری غشاء سلول‌های طوقه فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه در ارقام مختلف نشان داد که از بین ۲۴ رقم کلزای پاییزه مورد بررسی، دو رقم Parade و Consul بیشترین عملکرد را تولید کردند (جدول ۳). از نظر شاخص درصد روغن دانه پنج رقم Regent × Cobra ، Okapi ، Mohican ، DP.94.8 و Orient بالاترین درصد روغن را در دانه‌های خود داشتند. ارقام Alice ، L1 ،

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه، درصد روغن و هدایت الکتریکی سلول‌های طوقه ارقام کلزای پائیزه در دو سال آزمایش

Table 2 . Combined analysis of variance for seed yield, oil percent and EC of crown cells electrolite of winter rapeseed cultivars during two years

S. O. V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	M.S میانگین مربعات		
			عملکرد دانه Seed yield	درصد روغن دانه Oil %	هدایت الکتریکی الکترولیت سلولی طوقه EC of crown cell electrolite
Year (Y)	سال	1	24.21**	452.77**	5323482**
Location (L)	منطقه	3	33.75**	150.94**	4645284**
Y × L	سال × منطقه	3	44.67**	147.60**	121983**
Error 1	اشتباه ۱	16	2.02	5.89	80587
Cultivar (C)	رقم	23	3.18**	6.63**	113229**
Y × C	سال × رقم	23	0.58	1.55**	49386
L × C	منطقه × رقم	69	1.39**	2.50*	69207*
Y × L × C	سال × منطقه × رقم	69	1.69**	1.28*	68913 <sup>ns</sup>
Error 2	اشتباه ۲	386	0.60	1.91	60108
C.V %			23.87	2.93	20.18

ns, \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد.

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

میان عملکرد دانه و پایداری غشاء سلول‌های طوقه نشان‌دهنده این مطلب است که روند مقاوم‌سازی در بوته‌های کلزا در شرایط تنش سرما باعث تغییر در متابولیسم و صرف انرژی تنفسی در مرحله رویشی بوته‌های کلزا می‌گردد و اثر این پدیده در مراحل رشد زایشی و تولیدمثل‌ی بوته‌ها پس از روزت و زمستان‌گذرانی گیاه ظاهر می‌شود. علت بروز چنین پدیده‌ای در بررسی اجزاء عملکرد دانه نشان داده است که افزایش یا کاهش عملکرد ارقام کلزا اغلب می‌تواند ناشی از تفاوت در تعداد خورجین در بوته، دانه در خورجین و یا

نتایج این بررسی در مناطق مختلف در مجموع نشان داد که میزان پایداری غشاء سلول‌های طوقه در برابر سرما، در بوته‌هایی که در مدت طولانی تری (۱۲۸ روز) با برودت زیاد (۱۴/۶۲- درجه سانتی‌گراد) در منطقه زنجان قرار داشتند، بیش‌تر از بوته‌هایی بود که در مناطق دیگر بودند. این در حالی است که درصد روغن دانه در این منطقه با میانگین ۴۸/۵۶ درصد نسبت به سایر مناطق بیشتر بود. معنی‌دار بودن ضریب همبستگی میان پایداری غشاء سلولی طوقه و درصد روغن (جدول ۴) نیز این موضوع را ثابت نمود. عدم همبستگی معنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه، درصد روغن و هدایت الکتریکی سلول‌های طوقه ارقام کلزای پائیزه در دو سال آزمایش

Table 3 . Mean comparison of seed yield, oil % and EC of crown cells electrolite of winter rapeseed cultivars in two years

Cultivar	عملکرد دانه Seed yield (tha <sup>-1</sup> )	درصد روغن دانه Oil %	هدایت الکتریکی سلولی طوقه EC of crown cell electrolite (μs/cm)
DP.94.8	3.79 abcd	47.86 a	428.4 ef
Symbol	3.16 cdefg	46.91 bcde	957.8 abc
Eurol	2.60 g	47.79 abc	790.5 bcdef
Orient	3.47 abcdef	47.88 a	858.6 abcdef
Hanson	3.61 abcde	47.11 abcde	799.3 bcdef
Colvert	2.76 efg	46.68 ef	1011.0 ab
Mohican	4.12 ab	47.90 a	952.0 bcd
Cocktail	3.76 abcd	47.21 abcde	807.5 bcdef
Orkan	4.05 ab	47.82 ab	794.8 bcdef
PF7045/91	2.65 fg	46.13 f	826.0 bcdef
GWC	3.51 abcde	47.65 abcde	786.6 abcdef
Fornax	3.36 bcdefg	47.08 abcdef	957.3 abc
Licord	3.70 abcd	46.83 def	807.5 bcdef
Alice	3.39 bcdefg	47.00 abcdef	469.5 f
Parade	4.10 ab	46.90 bcdef	735.0 def
SYN-1	3.11 cdefg	46.63 ef	857.0 abcdef
VDH8003/98	3.87 abcd	46.80 def	966.4 abc
Akamar	3.61 abcde	46.71 def	903.7 ef
Consul	4.32 a	47.06 abcdef	944.8 abcde
Okapi	3.46 bcdef	47.90 a	895.5 abcdef
L-1	2.92 defg	46.86 cdef	788.8 cdef
Olara	3.96 abc	47.19 abcde	805.3 bcdef
Regent × Cobra	3.55 abcde	47.95 a	1069.0 a
SLM-046	3.58 abcde	46.60 ef	916.8 abcde

در هر ستون تفاوت میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار نیست.

Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 1% probability level (DMRT).

خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه در مراحل روزت و پرشدن دانه می‌باشند، لذا می‌توان رابطه میان دوره پرشدن دانه و ارتباطات تغذیه‌ای دانه با گیاه مادر را با زمان تکامل طوقه در دوره رشد اولیه گیاه در پائیز در ارتباط دانست. به عبارت دیگر هرگونه کاهش در روند پدیده‌های

وزن هزار دانه باشد (Chen, 1994). از طرف دیگر دانه خورجین‌های اولیه‌ای که زودتر تشکیل می‌شوند در مقایسه با دانه‌هایی که دیرتر تشکیل می‌شوند از نظر درصد روغن متفاوت هستند. از آن جا که درصد روغن دانه و پایداری غشاء سلول‌های طوقه هر دو تحت تأثیر

جدول ۴- ضریب همبستگی میان صفات

Table 4. Correlation coefficients between characteristics

Characteristics	صفات	عملکرد دانه Seed yield	درصد روغن دانه Oil %	هدایت الکتریکی الکترولیت سلولی طوقه EC of crown cell electrolite
Seed yield	عملکرد دانه			
Oil %	درصد روغن دانه	0.16**		
EC of crown cell electrolite	هدایت الکتریکی الکترولیت سلولی طوقه	-0.06 <sup>ns</sup>	-0.18**	

ns و \*\*: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح ۱٪.

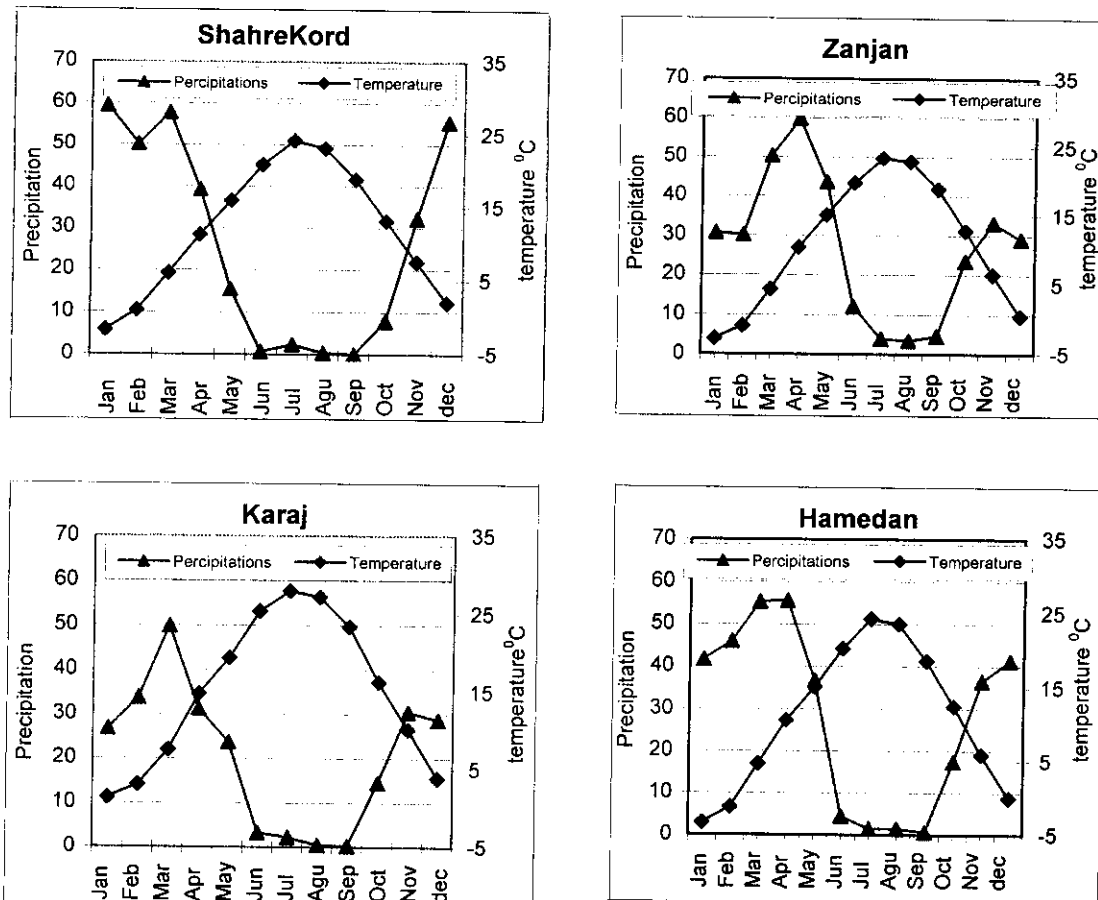
ns and \*\*: Non significant and significant at 1% level, respectively.

متابولیسم گیاهی که در نتیجه مواجهه مستقیم گیاه با دوره‌های زمانی و دماهای پایین تر از آستانه تحمل و صفر فیزیولوژیکی- بیوشیمیایی و مرفولوژیکی بروز نماید، می‌تواند ناشی از خسارت غیرمستقیم تنش سرما باشد. دما مهم‌ترین عامل محیطی است که بر مقدار روغن اثر می‌گذارد (ابراهیمی و ولیزاده، ۱۳۷۹؛ ارشد و همکاران، ۱۳۷۹؛ محمدی و رضایی، ۱۳۷۷). از نظر درصد روغن دانه قرار گرفتن ارقام Alice و Regent× Cobra که هر دو از عملکرد نسبتاً کمتری در این بررسی برخوردار بودند، در یک گروه نشان می‌دهد که بخشی از پتانسیل تولید روغن دانه در ارقام مذکور به دلیل تخریب و آسیب دیدگی غشاء سلول‌های طوقه در طول پدیده مقاوم‌سازی به سرما کاهش یافته است و رابطه همبستگی معکوس و معنی‌دار میان درصد روغن دانه و پایداری غشاء سلول‌های طوقه نیز این مطلب را نشان می‌دهد. چنین کاهش در تولید روغن خسارت غیرمستقیم سرما بر محصول کلزای پائیزه می‌باشد

(Mendham *et al.*, 1981 a,b). از آن جا که نشت سیتوپلاسمی از علائم این نوع آسیب‌ها می‌باشد، به علت تأثیر سرما بر غشاءها و تجزیه لیپیدهای غشائی که طی آن پروتئین‌های غشاء در هم ریخته و فعالیت ATPase کاهش می‌یابد، عدم تعادل غشاء، منجر به حرکت آب به بیرون از سلول شده و سلول‌هایی که گروه‌های بیشتری از سولفیدریل غشایی مستحکم، دارند در مقابل سرما در طول دورهٔ روزت مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهند. اندازه‌گیری میزان هدایت الکتریکی الکترولیت سلول‌های طوقه ارقام مختلف در مرحله روزت این خسارت غیرمستقیم سرما را نشان داد. به طوری که به نظر می‌رسد رقم Regent× Cobra و سایر ارقامی که در گروه برتر از نظر درصد روغن دانه قرار گرفته‌اند بخشی از پتانسیل تولید روغن خود را در طول پدیده مقاوم‌سازی به سرما از دست داده‌اند و این در حالی است که پتانسیل ژنتیکی این ارقام ممکن است تا حدودی بالاتر از نتایج نشان داده شده در این آزمایش باشد. همچنین

نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده در این مطالعه نشان می‌دهد که در ارقام Alice و Regent× Cobra که هر دو از عملکرد نسبتاً کمتری در این بررسی برخوردار بودند، در یک گروه نشان می‌دهد که بخشی از پتانسیل تولید روغن دانه در ارقام مذکور به دلیل تخریب و آسیب دیدگی غشاء سلول‌های طوقه در طول پدیده مقاوم‌سازی به سرما کاهش یافته است و رابطه همبستگی معکوس و معنی‌دار میان درصد روغن دانه و پایداری غشاء سلول‌های طوقه نیز این مطلب را نشان می‌دهد. چنین کاهش در تولید روغن خسارت غیرمستقیم سرما بر محصول کلزای پائیزه می‌باشد





شکل ۱- نمودارهای آمبریوترمیک مناطق آزمایشی

Fig. 1. Ambrithermic curves of experimental stations

مؤثر باشد (Rab and Saltveit, 1996)؛ لذا در این بررسی از منحنی‌های آمبریوترمیک نیز کمک گرفته شد (شکل ۱). از آن جا که تغییرات در میزان پایداری غشاء سلول‌ها نسبت به سرما به طور ناگهانی رخ نمی‌دهد و به طور تدریجی و تحت تأثیر شرایط زراعی می‌باشد لذا برخی از تغییرات در پدیده سازگاری به سرما ممکن است زودتر و برخی تا زمان رسیدن نهایی محصول به طول بیانجامد (احمدی، ۱۳۷۶؛

رقم Alice در طول دو سال آزمایش با حداکثر تحمل به سرما و حفظ پایداری غشاء سلول‌های اندام‌های زمستان‌گذران خود توانست میزان روغن دانه خود را تا میزان ۴۷٪ افزایش داده و با رقم Regent × Cobra که از درصد روغن نسبتاً بالایی برخوردار بوده است در گروه‌های برتر قرار گیرند. از آن جا که تغییرات رژیم برودتی هوا ممکن است در تجزیه و یا مقاومت به سرما در طول دوره روزت و یا پایداری واحدهای غشایی سلول‌ها

آزمایش برای آن‌ها اعمال شد، عملکرد بالایی داشتند چنانچه در شرایط طبیعی با شدت‌های تنش پائین‌تر کاشته شوند مسلماً محصول بیشتری تولید خواهند نمود. در این آزمایش همچنین مشخص گردید که افزایش درصد روغن دانه مستلزم سپری کردن دوره‌ی روزت با کمترین خسارت در ناحیه سلول‌های طوقه گیاه پاییزه کلزا در مناطق سردسیر می‌باشد که این یافته مطابق با نتایج تحقیقات حجازی (۱۳۷۹ الف و ب) و غرب اول و همکاران (۱۳۷۹) می‌باشد.

#### سپاسگزاری

از آقایان مهندس احمد علی عطاری، دکتر جهانفر دانشیان، دکتر محمدرضا احمدی و دکتر فرزاد جاویدفر که در انجام مراحل مختلف این تحقیق کمال همکاری را داشته‌اند سپاسگزاری می‌گردد.

عباس دخست و رمضانپور، (۱۳۸۱).  
Toriyama and Hinata (1984) نیز در تحقیقات خود نتایج فوق را به دست آوردند. با توجه به میانگین‌های صفات مورد نظر (جدول ۳) و نتایج تعیین ضرایب همبستگی میان خصوصیات بررسی شده در این آزمایش (جدول ۴) می‌توان بین میزان عملکرد نهایی دانه و رابطه آن با پایداری غشاء سلول‌های طوقه در برابر سرمای دوره‌ی زمستان گذرانی کلزا اظهار داشت که بعضی ارقام مانند Alice که پایداری غشاء سلول‌های بالایی دارند لزوماً عملکرد دانه زیادی ندارند. ارقام دیگری مانند Consul که بالاترین عملکرد دانه را در بین ارقام مختلف داشته است از نظر تحمل به سرما و پایداری غشاء سلول‌های طوقه نسبت به رقم Alice در رتبه پایین‌تری قرار داشت. این گونه ارقام که در شرایط تنش به سرمای بالایی که در این

#### منابع مورد استفاده

- ابراهیمی، م.، و ولیزاده، ج. ۱۳۷۹. بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد چند رقم کلزا. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج صفحه ۲۸۸.
- احمدی، م. ر. ۱۳۷۶. بررسی بقاء زمستانه در ارقام کلزا و ارتباط آن با میزان تراش یونی ارزیابی تحمل یخ‌زدگی. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج. صفحه ۶۲۰.
- ارشد، ی.، فتحی، ا.، عابدی اصل، غ.، و طاهریون، غ. ۱۳۷۹. بررسی اثرات تنش سرما روی توده گندم‌های موجود در بانک ژن. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج صفحه ۵۴.
- حجازی، ا. ۱۳۷۹ الف. اثر شوک سرما در مراحل مختلف رشد و نمو زمستانه در کلزای پاییزه بر میزان محصول و بعضی از ترکیبات دانه. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. صفحه ۵۹۶.
- حجازی، ا. ۱۳۷۹ ب. اثر حرارت و طول روز بر میزان محصول و بعضی از ترکیبات دانه کلزا. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. صفحه ۶۰۳.

- عباس دخت، ح.، و رمضانپور، س. ۱۳۸۱. تجزیه به عامل‌ها در ارقام پاییزه کلزا. هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، بابلسر. صفحه ۴۲۲.
- عرب اول، م.، کامبوزیا، ج.، رضایی، ع.، و ابراهیمی، م. ۱۳۷۹. بررسی اثر تاریخ کاشت روی برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد چند رقم کلزا در منطقه خوزستان. ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. صفحه ۱۵۳.
- محمدی، ش.، و رضایی، ع. ۱۳۷۷. تجزیه ژنتیکی شاخص‌های مقاومت به سرما در رگه‌های اینبرد ذرت دانه‌ای با استفاده از طرح دای‌آلل. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. صفحه ۵۶۳.
- Chen, T. H. H. 1994.** Plant adaptation to low temperature stress. *Canadian Journal of Plant Pathology* 16: 231-236.
- Hodgson, A. S. 1987.** Rapeseed adaptation in Northern New South Wales. II. Predicting plant development of *Brassica campestris* L. and *Brassica napus* L. and its implication for planting time, designed to avoid water deficit and frost. *Australian Journal of Agricultural Research* 29: 711-726.
- Mendham, N. j., Russell, j., and Buzza, GC. 1984.** The contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of oilseed rape (*B. napus*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 103: 303-316 .
- Mendham, N. J., Shipway, P. A., and Scott, R. K. 1981 a.** The effects of delayed sowing and weather on growth development and yield of winter oil seed rape (*B. napus*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 96: 389-416.
- Mendham, N. J., Shipway, P. A., and Scott, R. K. 1981 b.** The effects of seed size, autumn nitrogen and plant population density on the response to delayed sowing in winter oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 96: 417-428.
- Morrison, M. J., McVetty, P. B. E., and Shaykewich, C. F. 1989.** The determination and verification of a baseline temperature for the growth of westar summer rape. *Canadian Journal of Plant Science* 69: 455-464.
- Rab, A., and Saltveit, M. E. 1996.** Sensitivity of seedling radicals to chilling and heat shock induced chilling tolerance. *American Society of Horticultural Science* 12: 711-715.

- Richards, R. A., and Turling, N. 1978.** Variation between and withinspecies of rapeseed (*B. campestris* and *B. napus*) in response to drought stress. II. Growth and development under natural drought stresses. Australian Journal of Agricultural Research 29: 479-490.
- Romagosa, I., and Fox, P. N. 1993.** Genotype X environment interaction and adaptation. pp. 373-390. In: Hyward, M. D., Bose mark, N., and Romagosa, I. (eds.). Plant Breeding: Principles and Prospects. Chapman and Hall, London.
- Toriyama, K., and Hinata, K. 1984.** Anther respiratory activity and chilling resistance in rice. Plant Cell Physiology 25: 1215.
- Torsell, B. 1959.** Hardiness and survival of winter rape and winter turnip rape. Department of Plant Husbandry (Crop Production), Royal School of Agriculture, Sweden, Publication No. 15.

## آدرس نگارندگان:

- حمید مدنی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک. صندوق پستی ۵۶۷، اراک ۳۸۱۳۵.
- قربان نورمحمدی- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، صندوق پستی ۷۷۵، تهران ۱۴۵۱۵.
- اسلام مجیدی- پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی، کرج.
- امیرحسین شیرانی راد- بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، صندوق پستی ۴۱۱۹، کرج ۳۱۵۸۵.
- محمد رضا نادری- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، صندوق پستی ۱۱۲، خوراسگان ۳۱۴۸۵.