دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره ششم، شماره اول، بهار و تابستان ۹۸
http://arpe.gonbad.ac.ir

بررسی صفات مورفوفیزیولوژیکی و کیفی ارقام کلزا در پاسخ به رژیم‌های مختلف آبیاری در منطقه ورامین

مجید قنبری[1*]، سهیل کرم‌نیا[2]، پرنیان طالبی سیه‌سران[3]، کامران منصور قناعی پاشاکی[4]

[1]استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
[2،4]دانشجوی دکتری، فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
[3]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۳۰

چکیده

مقدمه: با توجه به افزایش جمعیت کشور و افزایش مصرف سرانه روغن و از طرفی جایگاه کلزا در الگوی تناوبی و سازگاری مناسب با شرایط آب و هوایی کشور، اهمیت توسعه سطح زیرکشت کلزا روز به روز افزون می‌گردد. بنابراین، بررسی مسائل و مشکلات زراعی آن ضروری به‌نظر می‌رسد. از دیدگاه متخصصان کشاورزی، شاخص‌های متعددی برای ارزیابی میزان پیشرفت کشاورزی ارائه شده است؛ ولی عاملی که از آن اخیراً به‌عنوان شاخصی مناسب برای ارزیابی مدیریت زراعی هر کشور و یا حتی هر مزرعه استفاده می‌شود، میزان توجه به ارقام کلزا است. کلزا یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی دنیا است که اخیراً در ایران نیز مورد توجه قرار گرفته و سطح زیرکشت آن به سرعت رو به افزایش است. علاوه‌بر کارآیی بالا و کیفیت روغن مطلوب در کلزا، کنجاله آن نیز، منبع پروتئینی بسیار مناسبی می‌باشد. اگرچه کارآیی بالای روغن آن یکی از ویژگی های این محصول محسوب می‌گردد، ولی حضور ارقام نامناسب با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه جهت کشت، به‌دلیل رقابت شدید سر منابع باعث کاهش عملکرد و کیفیت روغن خوراکی حاصل از این محصول می‌گردد. در این بین، با توجه به گرم شدن کره زمین و به تبع آن توسعه خشک‌سالی به‌ویژه در مناطق گرم و خشک جهان از جمله؛ ایران، برنامه‌ریزی و تحقیقات در زمینه تنش خشکی به‌عنوان مهم‌ترین تنش محیطی در اولویت خاصی قرار دارد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی شاخص‌های کمی و کیفی ارقام مختلف کلزای بهاره و پاییزه تحت سطوح مختلف تنش خشکی و تعیین رقم مطلوب زراعی در اراضی کشاورزی منطقه ورامین، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در مجتمع کشاورزی و دامپروری ورامین انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل شش رقم کلزا (Zarfam، Gabriella، Okapi، Sarigol، Hayola 401 و RGS 003) و سه رژیم آبیاری

*نویسنده مسئول: ghanbari_majid@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

شامل شاهد (۱۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی)، تنش متوسط (۳۰ درصد تخلیه ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۴۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی) بود. سطوح تنش خشکی اعمال شده، مابین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم خاک منطقه تحت آزمایش جهت تعیین واکنش گیاه به سطوح متفاوت آب خاک تعیین گردید. جهت جلوگیری از نشت آب به سایر کرت‌ها از آبیاری به‌صورت قطره‌ای نواری (T-tape) صورت گرفت. صفاتی از جمله ارتفاع بوته، ارتفاع نخستین خورجین از سطح زمین، عملکرد و اجزای عملکرد دانه، صفت شاخص برداشت، درصد پروتئین، روغن دانه، اسیدهای چرب، همچنین گلوکوزینولات اندازه‌گیری شدند.

نتایج: نتایج آزمایش نشان داد که اثرات اصلی ارقام کلزا و رژیم آبیاری در کلیه صفات معنی‌دار بود. بیش‌ترین عملکرد دانه، شاخص برداشت، روغن دانه، اسید لینولئیک و لینولنیک در ارقام گابریلا، زرفام و اُکاپی مشاهده شد. میزان عملکرد دانه، شاخص برداشت و روغن دانه رقم زرفام به‌ترتیب ۵۷، ۴۵ و ۵ درصد نسبت به رقم آرجی‌اس ۰۰۳ بیشتر بود و میزان اسید لینولئیک و لینولنیک رقم گابریلا به‌ترتیب ۳۰ و ۲۸ درصد نسبت به رقم آرجی‌اس ۰۰۳ بیشتر بود. بیش‌ترین مقدار روغن دانه، اسید لینولئیک و لینولنیک در شاهد و بیش‌ترین مقدار پروتئین دانه و اسید اولئیک در تنش شدید مشاهده شد. میزان روغن دانه، اسید لینولئیک و لینولنیک در شاهد به‌ترتیب ۷، ۵ و ۱۳ درصد نسبت به تنش شدید بیشتر بود. میزان پروتئین دانه و اسید اولئیک در تنش شدید به‌ترتیب ۹ و ۲ درصد نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی می‌توان گفت که ارقام گابریلا و اُکاپی علاوه بر رقم رایج منطقه (زرفام) دارای توان رویشی بالا و بیش‌ترین قدرت انطباق با شرایط تنش خشکی منطقه ورامین را دارا بوده و قادر خواهند بود با تولید عملکرد دانه مطلوب، با توجه به شرایط منطقه به‌عنوان ارقام دارای توانمندی تولید بالا، منطبق با شرایط منطقه ورامین معرفی شوند.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، اسید چرب غیراشباع، انطباق محیطی، خشکی، روغن

مقدمه

کلزا یکی از چهار دانه روغنی مهم دنیاست که در دهه‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته و سطح زیر کشت آن در کشور در حال توسعه است. روغن تولیدی ناشی از آن غذای اصلی و منبع انرژی مهمی به‌شمار می رود. از دیدگاه متخصصان کشاورزی شاخص‌های متعددی برای ارزیابی میزان پیشرفت کشاورزی ارایه شده است؛ ولی عاملی که از آن تاکنون به‌عنوان شاخص مناسب برای ارزیابی مدیریت زراعی هر کشور و یا حتی هر مزرعه استفاده می‌شود، میزان توجه به ارقام کلزا است (Mohammadi, 2012).

سطح زیرکشت کلزا در دنیا ۳۴۷۴۰۴۰۳ هکتار و میزان تولید آن ۷۶۲۳۸۳۴۰ تن و عملکرد آن ۲/۱۹۴۵ تن در هکتار سطح است. سطح زیرکشت کلزا در ایران ۷۰۴۴۴ هکتار، میزان تولید آن ۱۲۸۵۶۷ تن و عملکرد آن ۱/۸۲۵۱ تن در هکتار است (FAO, 2017). قطب تولید دانه‌های روغنی ایران، استان‌های خوزستان، گلستان، اردبیل و مازندران است. نزدیک به ۵۸ درصد تولید کلزای کشور در استان‌های فوق انجام می‌شود (Ministry of Agriculture, 2017). این گیاه دارای دو تیپ رشد بهاره و زمستانه است که تیپ‌های زمستانه جهت بروز گلدهی نیاز به زمستان گذرانی دارند. در اقالیم معتدل سرد و سرد، ارقام با تیپ رشد زمستانه و در اقلیم‌های گرم و مرطوب شمال، گرم جنوب و معتدل گرم، ارقام با تیپ رشد بهاره کشت می‌شوند. کشت کلزا تقریباً در تمام اقلیم‌های کشور به‌صورت پاییزه انجام می‌گیرد و تحقیقات داخلی و خارجی و همچنین تجربه‌های شخصی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

کشاورزان نشان داده است که کشت کلزا در تناوب با گندم و جو علاوه‌بر مزایایی نظیر کاهش جمعیت علف‌های هرز و کاهش آفات و بیماری‌های گندم باعث افزایش و پایداری عملکرد دانه گندم می‌شود (Khajehpour, 2012).

دانه کلزا دارای ۴۰ تا ۴۸ درصد روغن و ۳۰ تا ۴۵ درصد پروتئین در کنجاله بوده و میزان رطوبت دانه آن در حدود پنج درصد است. نسبت اسید لینولئیک به اسید لینولنیک در روغن کلزا تقریباً ۲:۱ بوده که برای مصرف انسان نسبت متعادلی به‌شمار می‌رود (Shirani Rad and Dehshiri, 2003). پژوهشگران دریافتند؛ که ارقام کلزا نسبت به شرایط آب و هوایی به‌ویژه تنش خشکی واکنش زیادی نشان می‌دهند. آنان گزارش دادند که عکس‌العمل ارقام نسبت به مکان بسیار متفاوت بوده و تعدادی از ارقام تحمل بیشتری نسب به شرایط آب و هوایی به‌ویژه تنش خشکی دارند (Chakraborty *et al*., 2012). پژوهشگران در بررسی اثر چهار تاریخ کاشت و چهار رقم کلزای پاییزه (زرفام، آکاپی، الایت و اس‌ال‌ام اُ ۴۶) در مزارع تحقیقاتی ایستگاه کشاورزی و منابع طبیعی یاسوج دریافتند؛ که بیش‌ترین ارتفاع بوته و ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین و بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به رقم الایت در تاریخ کاشت ۲۱ شهریور بود (Fallah Haki *et al*., 2012)؛ همچنین، محققین در بررسی تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام مختلف کلزا (ساریگل، هایولا ۴۰۱ و آردی‌اف ۰۰۳) در مرکز خدمات کشاورزی مشگین غربی گزارش دادند؛ که صفات ارتفاع بوته، فاصله اولین غلاف از خاک، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، طول خورجین، درصد دانه‌های پوک، عملکرد بیولوژیک، عملکرد کاه و کلش، درصد روغن و عملکرد روغن تحت‌تأثیر رقم قرار داشتند (Jafar Zadeh *et al*., 2010).

کشور ایران در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان طبقه‌بندی می‌گردد. ویژگی‌های خاص مناطق نیمه خشک از جمله میزان کم بارندگی، پراکنش نامنظم آن و دمای بالا سبب شده است؛ تا آب به عنوان اولین عامل محدودکننده تولید کلزا در این مناطق معرفی گردد (Ahmadi and Bahrani, 2009). در یک آزمایش گلدانی، دو رقم سویا را در معرض تنش آبی (عدم انجام آبیاری تا زمان تخلیه ۳۵، ۵۵ و ۷۵ درصد آب قابل دسترس) قرار دادند و مشاهده شد که تنش آبی باعث کاهش ارتفاع گیاه، تعداد برگ‌ها و شاخه‌ها، سطح کل برگ، وزن خشک شاخه و عملکرد بذر شد (El-Kheir *et al*., 1994). کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی می‌تواند به علت اختلال در فرآیندهای متابولیک بذر و خسارت به انتقال آسیمیلات‌ها به دانه باشد. در واقع تنش رطوبتی به‌ویژه در هنگام رسیدگی، درصد روغن را کاهش داده ولی درصد پروتئین را افزایش می‌دهد که این حالت به دلیل تسریع در رسیدگی گیاه بوده که فرصت کافی برای سنتز روغن از پروتئین‌های ذخیره شده در دانه نداشته و بنابراین درصد روغن کاهش خواهد یافت (Ghanbari *et al*., 2019).

پژوهشگران گزارش کردند که توقف آبیاری در مرحله گلدهی باعث کاهش میزان روغن دانه و عملکرد روغن، عملکرد دانه و اجزای آن شد. از نظر تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین به ترتیب تیمار تنش در مرحله گلدهی و تنش در مرحله رسیدن دانه کم‌ترین مقدار را دارا بوده‌اند. همچنین وزن هزار دانه تیمار قطع آبیاری در مرحله گلدهی در بین تیمارهای مختلف کم‌ترین مقدار بود (Shabani *et al*., 2010). رشد اولیه سریع، گلدهی زود هنگام پس از روزت، ساقه‌های کوتاه و ضخیم، گل‌های بدون گلبرگ، مقاومت به ریزش در زمان برداشت، افزایش تعداد غلاف در ساقه اصلی و کاهش تعداد ساقه‌های فرعی از خصوصیات مطلوب کلزا جهت تولید

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

عملکرد بالا ذکر شده است (Thurling, 1991). از یک سو به‌دلیل شرایط خاک زمین‌های زراعی در زمان کشت پاییزه کلزا و عدم امکان استفاده از ماشین‌آلات جهت کنترل مکانیزه علف‌های‌هرز و از سویی دیگر، با توجه به وقوع تنش‌های خشکی فصلی در منطقه ورامین، به‌جهت بهره‌گیری از ارقام مناسب جهت کنترل علف‌های‌هرز متناسب با حفظ عملکرد و کیفیت محصول کلزا تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی با هدف ارزیابی شاخص‌های کمی و کیفی ارقام مختلف کلزای تحت تنش خشکی فصلی و تعیین رقم مطلوب زراعی در اراضی کشاورزی ورامین اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی واکنش ارقام مختلف کلزای بهاره و پاییزه به رژیم‌های مختلف آبیاری در اراضی کشاورزی ورامین، آزمایشی در قطعه ۲۱ هکتاری شترخوار واقع در مجتمع کشاورزی و دامپروری ورامین با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۷ دقیقه طول شرقی و با ارتفاع ۹۷۴ متر از سطح دریا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل فاکتوریل شش رقم کلزا، ارقام زرفام، اُکاپی و گابریلا به‌عنوان کلزای پاییزه و ارقام ساریگل، هایولا ۴۰۱ و آرجی‌اس ۰۰۳ به‌عنوان کلزای بهاره و سه رژیم آبیاری شامل شاهد (۱۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی)، تنش متوسط (۳۰ درصد تخلیه ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۴۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی) بودند. اطلاعات هواشناسی در طول دوره رشد گیاه کلزا در منطقه ورامین در جدول یک آمده است.

جدول ۱- داده‌های هواشناسی در طول دوره رشد کلزا (سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴)

Table 1- Meteorological data during the growing season of rapeseed (crop year 2015-2016)

ماه‌های سال		درجه‌حرارت (سلیسیوس) Temperature (°C)			بارندگی (میلی‌متر)	سرعت باد (متر بر ثانیه)
Months of the year		بیشینه Maximum	کمینه Minimum	بهینه Optimum	Rainfall (mm)	Wind speed (m/s)
مهر	October	33.4	6.2	19.8	4.3	2
آبان	November	19.2	3.4	11.3	16	1.3
آذر	December	18.9	-1.5	8.7	0	1.6
دی	January	17.6	-4	6.8	8	2.2
بهمن	February	22.4	-7.6	7.4	9.4	2.4
اسفند	March	26.9	2.5	14.7	16.4	3.6
فروردین	April	32.4	9	20.7	9.3	3.4
اردیبهشت	May	37.2	17.8	27.5	7	3
خرداد	June	43.6	22.2	32.9	1	3.4

عملیات آماده‌سازی زمین به‌صورت دو مرتبه شخم با استفاده از گاوآهن چیزل و سه مرتبه تسطیح زمین با استفاده از دیسک دو طرفه انجام شد. عملیات کاشت با استفاده از ماشین خطی‌کار غلات با تراکم بوته ارقام بهاره

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

۸۰ و ارقام پاییزه ۷۰ بوته در متر مربع، با فاصله بین ردیف کاشت ۲۵ سانتی‌متر و روی ردیف کاشت بین ۵/۷-۵ سانتی‌متر انجام شد. هر واحد آزمایشی (کرت) شامل ۶ ردیف کاشت به طول ۶ متر و بین بلوک‌ها نیز سه متر فاصله نکاشت در نظر گرفته شد. قبل از آزمایش، از خاک مورد نظر جهت تعیین عناصر غذایی و خصوصیات فیزیکی خاک نمونه‌برداری گردید (جدول ۲) و مقدار و نوع کود شیمیایی براساس نتایج آزمایش خاک، استفاده شد. مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن (از منبع اوره)، به همراه ۸۵ کیلوگرم کود فسفات (از منبع سوپر فسفات تریپل) و ۱۵۰ کیلوگرم کود پتاسیم (از منبع سولوپتاس) در زمان آماده‌سازی بستر کشت به زمین اضافه شد.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه ورامین

Table 2- Physical and chemical properties of the soil in the Varamin area

نیتروژن کل	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	ماده آلی	اسیدیته	هدایت الکتریکی	بافت خاک
T.N (%)	A.K (mg/Kg)	A.P (mg/Kg)	O.M (%)	pH	EC	Soil Texture
0.12	328	17	0.8	7.6	5.1	Clay Loam

T.N: Total Nitrogen, A.K: Absorbable potassium, A.P: Absorbable phosphorus, O.M: Organic Matter

مقدار ۱۵۰ کیلوگرم کود نیتروژن (از منبع اوره) و ۱۰۰ کیلوگرم کود پتاسیم (از منبع سولوپتاس) به صورت سرک در طول دوره رشد گیاه به خاک افزوده شد. جهت کنترل علف‌های‌هرز مزارع از علف‌کش پس‌رویشی سوپرگالانت به میزان ۰/۶ لیتر در هکتار استفاده شد. سطوح تنش خشکی اعمال شده، مابین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم خاک منطقه تحت آزمایش جهت تعیین واکنش گیاه به سطوح متفاوت آب خاک تعیین گردید (Mokhtassi-Bidgoli *et al*., 2013). جهت جلوگیری از نشب آب به سایر کرت‌ها از آبیاری به‌صورت قطره‌ای نواری (T-tape) استفاده گردید. مقدار آب خاک ابتدا به روش وزنی و سپس با استفاده از دستگاه TDR[1] (مدل Trime- IMKO- Gmbh, D-76275, Germany) (FM) در عمق ذکر شده تعیین گردید. برای تعیین رابطه بین مقدار عددی ارائه شده توسط TDR و درصد حجمی رطوبت خاک اندازه‌گیری شده به روش وزنی از منحنی کالیبراسیون استفاده شد. برای استفاده از TDR، در مرکز هر واحد آزمایشی یک لوله دسترسی[2] از جنس PVC تعبیه شد. همچنین، برای تعیین مقدار آب آبیاری از لوله‌های مجهز به کنتور استفاده گردید. با استفاده از داده‌های به‌دست آمده و رابطه ۱ درصد تخلیه آب قابل دسترس خاک در منطقه مؤثر ریشه ارزیابی شد:

رابطه ۱ $(MAD^{3}) = (FC-\theta)/(FC-PWP)$ = حداکثر تخلیه مجاز

در این فرمول FC و PWP به ترتیب رطوبت خاک در محدوده ظرفیت زراعی[4] و نقطه پژمردگی دائم[5] (جدول ۱) و θ درصد حجمی رطوبت خاک قبل از آبیاری می‌باشد (Mokhtassi-Bidgoli *et al*., 2013). حداکثر تخلیه مجاز، بیشترین مقدار آبی است که در صورت خروج از خاک، میزان رطوبت حجمی آب خاک از نقطه پژمردگی

1- Time-Domain Reflectometry (TDR)
2- Access tube
3- Maximum Allowable Depletion (MAD)
4- Field Capacity (FC)
5- Permanent Wilting Point (PWP)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

دائم عبور کرده و گیاه از بین می‌رود. θ براساس تیمارهای آبیاری تنظیم شده و مقدار آب مورد نیاز برای آبیاری از رابطه ۲ محاسبه گردید:

$$V_d = MAD \times ASW \times R_z \times 10 \qquad \text{رابطه ۲}$$

در این فرمول V_d حجم آب آبیاری (میلی‌متر)، ASW[1] آب قابل دسترس خاک برابر با ۱۱۷/۶ میلی‌متر در هر متر عمق خاک و R_z عمق مؤثر ریشه برابر با ۰/۳ متر می‌باشند. آب قابل دسترس خاک عبارت از مقدار آب موجود در ناحیه ریشه بین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم است (Mokhtassi-Bidgoli *et al.*, 2013). مقدار آب استفاده شده برای آبیاری همه تیمارها در مرحله رشد رویشی پس از استقرار گیاه یکسان و بعد از دوره زایشی متفاوت بود. به‌منظور حذف اثر حاشیه، یادداشت‌برداری‌ها در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و خشک شدن بوته‌ها روی دو خط وسط با حذف نیم‌متر از ابتدا و انتهای خطوط وسط انجام شد.

برای وزن خشک اندام‌های هوایی، بوته ها در مساحت یک مترمربع برداشت شده و پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک کردن آن‌ها در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۸ ساعت بلافاصله توزین شدند. برای اندازه‌گیری ارتفاع بوته و ارتفاع نخستین خورجین از سطح زمین، ۵ بوته به‌طور تصادفی در هر کرت انتخاب و اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد دانه (با رطوبت۱۴ درصد) از سطحی به مساحت یک متر مربع انجام شد. صفت شاخص برداشت نیز از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری درصد روتئین، روغن دانه و اسیدهای چرب از دستگاه اینفراماتیک (براساس طیف‌سنجی مادون قرمز، مدل ۸۶۲۰ ساخت سوئد) استفاده گردید (Gholamhoseini *et al.*, 2007). برای اندازه‌گیری گلوکوزینولات از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل واریان ساخت آمریکا) با طول موج ۴۹۵ نانومتر استفاده شد (Smith and Read, 1997). تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۳ و مقایسه میانگین تیمارها نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته و نخستین خورجین از سطح زمین: با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر رژیم آبیاری و ارقام کلزا بر ارتفاع بوته و نخستین خورجین از سطح زمین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده ارقام کلزا نشان داد که بیش‌ترین مقدار ارتفاع بوته و نخستین خورجین از سطح زمین در رقم گابریلا (۱۷۶/۶۹ و ۹۸/۸۰ سانتی‌متر) مشاهده شد که با رقم زرفام اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین مقدار آن‌ها در رقم آرجی‌اس ۰۰۳ (۱۰۰/۹۸ و ۵۲/۸۷ سانتی‌متر) دیده شد (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده رژیم‌های آبیاری نشان داد که بیش‌ترین مقدار ارتفاع بوته در تیمار شاهد (۱۵۴/۵۵ سانتی‌متر) و نخستین خورجین از سطح زمین در تیمار تنش شدید (۹۴/۰۴ سانتی‌متر) مشاهده شد و کم‌ترین مقدار ارتفاع بوته در تیمار تنش شدید (۱۲۹/۴۸ سانتی‌متر) و نخستین خورجین از سطح زمین در تیمار شاهد (۷۲/۲۸ سانتی‌متر) دیده شد (جدول ۵).

1- Available Soil Water (ASW)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیکی ارقام مختلف کلزا تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

Table 3- Analysis of variance (MS) of morphological properties of Canola different varieties under irrigation different regimes

منبع تغییرات S.O.V.		درجه ازادی DF	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع نخستین خورجین First pod height
بلوک	Block	2	2.29^{ns}	99.96^{*}
رژیم آبیاری	Irrigation regime (I)	2	2855.57^{**}	2168.22^{**}
ارقام کلزا	Canola cultivars (C)	5	9187.01^{**}	2805.01^{**}
آبیاری × ارقام	I × C	10	20.33^{ns}	5.65^{ns}
خطای آزمایش	Error	34	41.16	21.63
ضریب تغییرات	CV (%)	-	4.54	5.65

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ارقام مختلف کلزا بر صفات مورفولوژیکی

Table 4- Mean comparison of effect of Canola different varieties on morphological characteristics

ارقام کلزا Canola cultivars		ارتفاع بوته Plant height (cm)	ارتفاع نخستین خورجین First pod height (cm)
گابریلا	Gabriella	176.69a	98.80a
زرفام	Zarfam	171.08a	97.61a
اُکاپی	Okapi	160.38b	90.15b
ساریگل	Sarigol	116.59c	71.23d
آر جی اس ۰۰۳	RGS003	100.98d	52.87e
هایولا ۴۰۱	Hyola 401	122.08c	83.26c
حداقل تفاوت معنی‌دار	LSD	6.14	4.45

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

پژوهشگران براین اعتقادند که ژنوتیپ‌هایی دارای طول دوره رشد بیشتر از نظر ارتفاع، بلندتر از سایر ژنوتیپ‌ها هستند، زیرا طویل شدن بوته‌ها تا زمان گلدهی ادامه می‌یابد. البته در این زمینه پتانسیل ژنتیکی ارقام نیز باید در نظر گرفته شود. در این تحقیق با توجه به این که ارقام آرجی‌اس ۰۰۳، ساریگل و هایولا ۴۰۱ بهاره و زود گل (تعداد روز تا شروع گل‌دهی کم) و زودرس (طول دوره رشد کمتر) بودند، احتمالاً ارتفاع کمتر این گیاهان با توجه به کوتاه بودن طول دوره رشد آن‌ها، قابل توجیه می‌باشد. در مقابل رقم اُکاپی و گابریلا نیز به دلیل پاییزه بودن و برخورداری از دوره رشد طولانی‌تر از ارقام بهاره به ارتفاع بوته بیشتر و ارتفاع نخستین خورجین کمتر در مقابل ارقام زودرس دست یافته است. از طرفی به غیر از خصوصیات ژنتیکی ارقام، فاکتورهای محیطی نیز در تعیین ارتفاع بوته نقش اساسی دارند (Sana *et al*., 2003). ارقامی که بیش‌ترین طول دوره گلدهی آن‌ها در زمانی واقع

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

می‌شود که می‌تواند به نحو مطلوبی از آن شرایط در جهت گلدهی و افزایش مقصد اقتصادی استفاده نماید، نقش دارد (Fathi *et al*., 2002).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر صفات مورفولوژیکی کلزا

Table 5- Mean comparison of effect irrigation different regimes on morphological characteristics of Canola

رژیم آبیاری Irrigation regime		ارتفاع بوته Plant height (cm)	ارتفاع نخستین خورجین First pod height (cm)
۱۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Control	154.55a	72.28c
۳۰ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Moderate Stress	139.86b	80.64b
۴۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Sever Stress	129.48c	94.04a
حداقل تفاوت معنی‌دار	LSD	4.34	3.15

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

مهم‌ترین نتیجه حساسیت رشد سلول به کمبود رطوبت، کاهش قابل توجه در رشد سلول‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع بوته است. پژوهش‌گران با بررسی اثر تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی گزارش کردند که اثر تیمار کم آبی بر خصوصیات موروفولوژیک از جمله ارتفاع بوته تأثیر معنی‌داری داشته و مقدار این صفات را کاهش داده و موجب افزایش ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین شده است (Bayat *et al*., 2010). تنش خشکی با کاهش طول دوره رویشی؛ موجب کاهش تعداد گره، طول میان‌گره، فشار تورژسانس و رشد طولی سلول ها شده و به دنبال آن ارتفاع گیاه کاهش و ارتفاع نخستین غلاف از سطح زمین افزایش می‌یابد (Upadhyaya and Panda, 2004).

تعداد خورجین در بوته و دانه در خورجین: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رژیم آبیاری و ارقام کلزا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر ساده ارقام کلزا نشان داد که تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین رقم زرفام به‌ترتیب ۳۶ و ۵۱ درصد نسبت به رقم آر جی اس ۰۰۳ بیشتر بود و با رقم گابریلا تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری نشان داد که تعداد خروجین در بوته و دانه در خورجین در تیمار شاهد به‌ترتیب ۲۱ و ۱۹ درصد نسبت به تیمار تنش شدید بیشتر بود (جدول ۸).

محققین در آزمایش ۲۴ رقم کلزای بهاره در مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت دریافتند که بیش‌ترین تعداد خورجین در بوته به میزان ۲۷۶/۹ مربوط به رقم ساریگل و بعد از آن ارقام Option500 و Hayola308 بودند. از نظر تعداد خورجین، رقم Hayola308 با ۲۳/۸ دانه در خورجین برتر از سایر ارقام مورد بررسی بود و بعد از آن ارقام Option500، Haypla401 و Haypla420 قرار گرفتند (Enferad *et al*., 2003). تحقیقات نشان داد تعداد خورجین مهم‌ترین عامل تفاوت عملکرد ارقام مختلف کلزا بوده است. این جز عملکرد علاوه بر داشتن

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

همبستگی بالا با عملکرد دانه در پر شدن دانه‌ها نیز نقش دارد. در ارقامی که مراحل رشدی چون غنچه‌دهی و شروع گل‌دهی که تمایز سلول‌های مولد خورجین در آن‌ها انجام می‌گیرد با شرایط محیطی مطلوب (از جهت دما، تششعشع و رطوبت) برخورد کرده و این سبب گردیده تا تعداد زیادی از سلول‌های مولد خورجین روی شاخه‌های اصلی و فرعی به مرحله‌ی باروری و تکامل نهایی برسند. نتایج بدست آمده با نتایج سایر محققین که تعداد خورجین در بوته را از اجزای مهم تشکیل دهنده عملکرد دانستند، مطابقت دارد (Ahmadi *et al*., 2011).

جدول ۶- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیکی ارقام مختلف کلزا تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

Table 6- Analysis of variance (MS) of morphological properties of Canola cultivars under different irrigation regimes

منبع تغییرات S.O.V.		درجه ازادی DF	تعداد خورجین در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در خورجین Number of seed per pod
بلوک	Block	2	132.89^{*}	3.82^{ns}
رژیم آبیاری	Irrigation regime (I)	2	4465.24^{**}	107.39^{**}
ارقام کلزا	Canola cultivars (C)	5	4398.70^{**}	369.04^{**}
آبیاری × ارقام	I × C	10	26.94^{ns}	1.50^{ns}
خطای آزمایش	Error	34	40.11	3.02
ضریب تغییرات	CV (%)	-	4.91	7.71

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر ارقام مختلف کلزا بر صفات مورفولوژیکی

Table 7- Mean comparison of effect of Canola different varieties on morphological characteristics

ارقام کلزا Canola cultivars		تعداد خورجین در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در خورجین Number of seed per pod
گابریلا	Gabriella	150.89a	28.74a
زرفام	Zarfam	152.39a	29.09a
اُکاپی	Okapi	135.03b	26.67b
ساریگل	Sarigol	109.33d	18.57c
آر جی اس ۰۰۳	RGS003	97.48e	14.16d
هایولا ۴۰۱	Hyola 401	128.17c	17.98c
حداقل تفاوت معنی‌دار	LSD	6.06	1.66

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر بر صفات مورفولوژیکی کلزا

Table 8- Mean comparison of effect irrigation different regimes on morphological characteristics of Canola

رژیم آبیاری Irrigation regime		تعداد خورجین در بوته Number of pod per plant	تعداد دانه در خورجین Number of seed per pod
۱۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Control	145.13a	25.00a
۳۰ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Moderate Stress	127.83b	22.48b
۴۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Sever Stress	113.69c	20.12c
حداقل تفاوت معنی‌دار	LSD	4.29	1.17

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

محققان یکی از عوامل مؤثر در تعیین عملکرد دانه را تعداد دانه در خورجین گزارش کردند (Ram and Patel, 1992). پژوهشگران با بررسی اثر تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی گزارش کردند که اثر تیمار کم آبی بر تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف تاثیر معنی داری داشته و مقدار این صفات را کاهش داده است (Bayat *et al*., 2010). به طورکلی رشد و نمو گیاه در هر زمان از چرخه رشد تحت تأثیر تنش‌خشکی قرار می‌گیرد؛ اما شدت و طبیعت خسارت حاصله، ظرفیت بازیابی گیاه و میزان صدمه به عملکرد، به مرحله نموی گیاه که با تنش مواجه شده است و همچنین مدت زمان مواجهه با تنش بستگی دارد. برای مثال یک دوره تنش خشکی در مرحله رویشی می‌تواند عملکرد یک گیاه علوفه‌ای را بسیار بیشتر از یک گیاه دانه‌ای کاهش دهد، در صورتی که گیاه دانه‌ای در مرحله زایشی و پرشدن دانه زمانی که تعداد دانه و وزن آن تعیین می‌گردد، به این عامل حساسیت بیشتری نشان می‌دهد (Saini and Westgate, 2000).

وزن هزار دانه و عملکرد دانه: نتایج نشان داد که این صفات نسبت به اثر رژیم آبیاری و ارقام کلزا تغییر معنی داری در سطح احتمال یک درصد دارند (جدول ۹). مقدار وزن هزار دانه در رقم هایولا ۴۰۱، ۱۵ درصد نسبت به رقم اُکاپی و زرفام بیشتر بود که با رقم آر جی اس ۰۰۳ تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین، مقدار عملکرد دانه در رقم زرفام که با ارقام گابریلا و اُکاپی تفاوت معنی‌داری نداشت، ۵۷ درصد نسبت به رقم آر جی اس ۰۰۳ بیشتر بود (جدول ۱۰). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده رژیم‌های آبیاری نشان داد که وزن هزار دانه در تیمار تنش شدید، ۵ درصد نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود و عملکرد دانه در تیمار شاهد، ۴۱ درصد نسبت به تیمار تنش شدید بیشتر بود (جدول ۱۱).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

جدول ۹- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات فیزیولوژیکی ارقام مختلف کلزا تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

Table 9- Analysis of variance (MS) of physiological properties of Canola different varieties under irrigation different regimes

منبع تغییرات	S.O.V.	درجه ازادی DF	وزن هزار دانه 1000 Seed weight	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index
بلوک	Block	2	0.004^{ns}	188384.69^{ns}	5.20^{*}
رژیم آبیاری	Irrigation regime (I)	2	0.15^{**}	7022266.71^{**}	59.42^{**}
ارقام کلزا	Canola cultivars (C)	5	0.72^{**}	4627540.78^{**}	259.01^{**}
آبیاری × ارقام	I × C	10	0.0015^{ns}	109461.89^{ns}	0.30^{ns}
خطای آزمایش	Error	34	0.004	263615.11	1.31
ضریب تغییرات	CV (%)	-	1.96	22.30	5.02

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین اثر ارقام مختلف کلزا بر صفات فیزیولوژیکی

Table 10- Mean comparison of effect of Canola different varieties on physiological characteristics

ارقام کلزا	Canola cultivars	وزن هزار دانه 1000 Seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (Kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index
گابریلا	Gabriella	3.23c	2947.3a	27.56a
زرفام	Zarfam	3.20cd	3145.6a	27.68a
اُکاپی	Okapi	3.16d	2857.1a	26.61a
ساریگل	Sarigol	3.67b	1833.2bc	18.08c
آر جی اس ۰۰۳	RGS003	3.70ab	1326.7c	15.05d
هایولا ۴۰۱	Hyola 401	3.76a	2215.3b	22.05b
حداقل تفاوت معنی‌دار	LSD	0.06	510.19	1.10

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

برخی محققین گزارش کردند ژنتیک، عوامل محیطی، فاکتورهای زراعی و اثرات متقابل بین آن‌ها از عوامل مهم در تولید عملکرد بالا به شمار می‌آیند (Bernnan, 2001). تحقیقات، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با عملکرد روغن و صفات تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد غلاف در شاخه اصلی و طول پر شدن دانه (زمان رسیدن) را نشان داد. مطابق نتایج تحقیقات، مدت زمان لازم از کاشت تا گلدهی، با عملکرد دانه رابطه مستقیم دارد. با طولانی شدن این زمان، گیاه از دما و تشعشع بیشتری بهره برده و با افزایش آسیمیلاسیون، گلچه‌های بیشتری را حفظ نموده و از این طریق بر تعداد غلاف در گیاه و در نهایت عملکرد دانه به طور مثبت تأثیر می‌گذارد (Abedi and Pakntyat, 2010). تنش در مرحله رویشی، موجب کاهش سطح برگ و فتوسنتز

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

شده و به طور غیرمستقیم بر تعداد بذر و عملکرد مؤثر است، اما تنش در مرحله پر شدن دانه با کاهش طول دوره و اختلال در انتقال مواد به دانه و اثر بر وزن دانه به‌عنوان جزء دیگر عملکرد موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Alizadeh *et al*., 2010). تحقیقات نشان داد که بیشترین کاهش عملکرد مربوط به تنش در مرحله گل‌دهی به دلیل ریزش گل‌ها و سقط جنین، و پس از آن تنش در مرحله غلاف‌بندی به سبب کاهش وزن دانه بود (VaeziRad *et al*., 2008).

جدول ۱۱- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر صفات فیزیولوژیکی کلزا

Table 11- Mean comparison of effect irrigation different regimes on physiological characteristics of Canola

رژیم آبیاری Irrigation regime		وزن هزار دانه 1000 Seed weight (g)	عملکرد دانه Seed yield (Kg/ha)	شاخص برداشت Harvesting index
۱۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Control	3.37c	3037.2a	24.74a
۳۰ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Moderate Stress	3.43b	2333.9b	22.64b
۴۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Sever Stress	3.55a	1791.5c	21.13c
حداقل تفاوت معنی‌دار	LSD	0.06	360.76	0.77

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

شاخص برداشت: نتایج نشان داد که اثر رژیم آبیاری و ارقام کلزا بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد (جدول ۹). مقایسه میانگین اثر ساده ارقام کلزا نشان داد که شاخص برداشت رقم زرفام ۴۵ درصد نسبت به رقم آر جی اس ۰۰۳ بیشتر بود و با ارقام گابریلا و اُکاپی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۱۰). همچنین، نتایج مقایسه میانگین اثر ساده رژیم‌های آبیاری نشان داد که شاخص برداشت در تیمار شاهد ۱۴ درصد نسبت به تیمار تنش شدید بیشتر بود (جدول ۱۱).

محققین در بررسی اثر تاریخ کاشت بر رشد و عملکرد چهار رقم کلزا که شامل RGS003، PP308، Option 500 و PP401 در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مغان گزارش دادند که اثر تاریخ کاشت بر طول دوره رویشی، دوره گل‌دهی، طول دوره رشد تا پایان گل‌دهی و طول دوره رشد و شاخص برداشت معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان طول دوره رویشی، طول دوره رشد، ارتفاع بوته و شاخص برداشت در رقم Option 500 مشاهده شد (Salim Poor *et al*., 2001). تحقیقات نشان داده است که حداکثر تجمع ماده خشک بذرها در انتهای دوره گلدهی وقتی پوسته غلاف‌ها به حداکثر خود رسیده‌اند، حاصل می‌شود (Hao *et al*., 2004). در این بین، پژوهشگران تعداد خورجین را مهم‌ترین عامل تفاوت عملکرد ارقام مختلف کلزا دانسته‌اند. این جزء عملکرد، علاوه بر داشتن همبستگی بالا با عملکرد دانه، در شاخص برداشت نیز نقش دارد. بنابراین کاهش عملکرد دانه سبب کاهش شاخص برداشت از طریق کاهش تعداد خورجین بارور در بوته می‌شود (Bigelow *et al*., 2003). وقوع تنش‌خشکی در مراحل گل‌دهی و پر شدن غلاف، شاخص برداشت و عملکرد ماش را از طریق کاهش نرخ غلاف

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

انگیزی و رشد غلاف، کاهش داده و از طریق کاهش سطح‌برگ و افزایش غلظت هورمون اسید آبسیزیک، طول دوره گل‌دهی، پرشدن دانه و در مجموع، عملکرد دانه و شاخص برداشت را کاهش می‌دهد (Khajehpour, 2004).

روغن و پروتئین دانه: جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رژیم‌های آبیاری و ارقام کلزا بر روغن و پروتئین دانه معنی‌داری می‌باشد (جدول ۱۲). رقم زرفام با ۴۲/۹۸ درصد دارای بیش‌ترین روغن دانه بود که با ارقام گابریلا و اُکاپی تفاوت معنی‌داری نداشت و رقم ساریگل دارای کم‌ترین درصد روغن دانه ۴۱/۲۱ در بین رقم‌ها بود که با ارقام آرجی اس ۰۰۳، هایولا ۴۰۱ و اُکاپی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱۳). نتایج مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری نشان داد که بیش‌ترین درصد روغن ۴۳/۱۵ در تیمار شاهد مشاهده شد و کم‌ترین مقدار آن ۴۰/۰۲ در تیمار تنش شدید دیده شد که با تیمار تنش متوسط تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱۴). همچنین، رقم آرجی اس ۰۰۳ با ۲۱/۳۸ درصد دارای بیش‌ترین پروتئین دانه دارا بود که با رقم هایولا ۴۰۱ تفاوت معنی‌داری نداشت و رقم زرفام دارای کم‌ترین درصد روغن دانه ۱۴/۰۷ در بین رقم‌ها بود (جدول ۱۳). نتایج مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری نشان داد که بیش‌ترین درصد پروتئین ۱۹/۰۳ در تیمار تنش شدید مشاهده شد و کم‌ترین مقدار آن ۱۷/۲۱ در تیمار شاهد دیده شد (جدول ۱۴).

جدول ۱۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات شیمیایی ارقام مختلف کلزا تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

Table 12- Analysis of variance (MS) of chemical properties of Canola different varieties under irrigation different regimes

منبع تغییرات S.O.V.		درجه ازادی DF	روغن دانه Seed oil	پروتئین دانه Seed protein	گلوکوزینولات Glucosinolate
بلوک	Block	2	4.23^{ns}	2.76^{**}	1.00^{ns}
رژیم آبیاری	Irrigation regime (I)	2	48.89^{**}	15.84^{**}	7.74^{**}
ارقام کلزا	Canola cultivars C	5	11.63^{*}	75.00^{**}	49.10^{**}
آبیاری × ارقام	I × C	10	0.55^{ns}	0.16^{ns}	0.08^{ns}
خطای آزمایش	Error	34	3.90	0.40	0.34
ضریب تغییرات	CV (%)	-	4.78	3.48	8.63

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

محققین گزارش کردند میزان روغن صفتی ارثی و با وراثت‌پذیری بالا می‌باشد که تا حدودی هم تحت‌تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد و در میان عوامل محیطی که بر مقدار روغن اثر دارند، دما مهم‌ترین عامل محسوب می‌شود که با افزایش آن درصد روغن کاهش می‌یابد (Azizi *et al*., 2006). کاهش میزان روغن به دنبال افزایش میزان پروتئین است. رشد کلزا در دمای خنک یکی از عوامل مهم در افزایش میزان روغن و کاهش میزان پروتئین می‌باشد. علاوه بر این دما نیز بر روی ترکیب اسیدهای چرب مؤثر است. بسیاری از محققان گزارش کردند که دمای پایین باعث افزایش پیوند دوگانه C-18 در اسیدهای چرب می‌شود (Tiquia *et al*., 1996).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

جدول ۱۳- مقایسه میانگین اثر ارقام مختلف کلزا بر صفات شیمیایی

Table 13- Mean comparison of effect of Canola different varieties on chemical characteristics

ارقام کلزا Canola cultivars		روغن دانه Seed oil (%)	پروتئین دانه Seed protein (%)	گلوکوزینولات Glucosinolate (mmol/g)
گابریلا	Gabriella	42.28ab	16.15d	4.57d
زرفام	Zarfam	42.98a	14.07e	4.42d
اُکاپی	Okapi	41.39abc	17.39c	5.89c
ساریگل	Sarigol	40.21c	19.52b	6.60b
آر جی اس ۰۰۳	RGS003	40.49bc	21.38a	9.44a
هایولا ۴۰۱	Hyola 401	40.39c	21.02a	9.77a
حداقل تفاوت معنی‌دار	LSD	1.89	0.60	0.56

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

جدول ۱۴- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر صفات شیمیایی کلزا

Table 14- Mean comparison of effect irrigation different regimes on chemical characteristics of Canola

رژیم آبیاری Irrigation regime		روغن دانه Seed oil (%)	پروتئین دانه Seed protein (%)	گلوکوزینولات Glucosinolate (mmol/g)
۱۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Control	43.15a	17.21c	6.07c
۳۰ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Moderate Stress	40.69b	18.53b	6.92b
۴۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Sever Stress	40.02b	19.03a	7.35a
حداقل تفاوت معنی‌دار	LSD	1.33	0.43	0.39

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

تحقیقات گذشته نشان داده است که ۲ تا ۵ هفته قبل از رسیدگی، زمان تجمع سریع روغن در دانه است و همبستگی نزدیکی با دما دارد، به‌نحوی که دمای پایین سبب کاهش تبدیل قندها به روغن می‌گردد (Howell and Carter, 1985). طی تحقیقات محققین مشخص گردید که افزایش دما در زمان گل‌دهی و بعد از آن در کوتاه شدن طول دوره رشد، طول دوره رویشی، گل‌دهی و زایشی و کاهش فتوسنتز در بین ارقام کلزا دخیل است، به‌طوری که افزایش قابل توجه پروتئین دانه را به همراه دارد. میزان پروتئین دانه کلزا حدود ۲۴-۱۸ درصد می‌باشد (Khajehpour, 2004). از طرفی میزان پروتئین دانه تحت‌تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی می‌باشد به‌طوری که روزهای خنک بهاری باعث افزایش میزان روغن و کاهش میزان پروتئین و در روزهای گرم بهاری این

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

رابطه عکس می‌شود (Fan *et al*., 2004). محققین کاهش میزان پروتئین‌های محلول برگ گندم در شرایط خشکی نسبت به شرایط آبیاری معمول را گزارش نموده‌اند. دلیل کاهش پروتئین در شرایط تنش خشکی را می توان به تخریب توسط رادیکال‌های آزاد، عدم انتقال اسیدهای آمینه برای سنتز پروتئین و تجمع پرولین اشاره کرد (Ranjan *et al*., 2001). برآیند کلی نتایج تحقیق جاری همسو با نتایج سایر محققین نشان داد که میزان روغن دانه در ارقام کلزا صفتی ژنتیکی و وابسته به رقم بوده و تنش خشکی و افزایش دما موجب کاهش میزان روغن دانه و افزایش درصد پروتئین می‌گردد.

گلوکوزینولات: بررسی نتایج نشان داد که اثر رژیم‌های آبیاری و ارقام کلزا بر میزان گلوکوزینولات معنی‌دار می‌باشد (جدول ۱۲). رقم هایولا ۴۰۱ دارای بیش‌ترین گلوکوزینولات (۹/۱۲ میلی‌گرم بر مول) بود که با رقم آر جی اس ۰۰۳ تفاوت معنی‌داری نداشت و رقم زرفام دارای کم‌ترین میزان گلوکوزینولات (۳/۶۱ میلی‌گرم بر مول) بود که با رقم گابریلا تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱۳). نتایج مقایسه میانگین رژیم‌های آبیاری نشان داد که بیش‌ترین و کمترین میزان گلوکوزینولات به ترتیب مربوط به تیمارهای شدید تنش (۷/۳۵ میلی‌مول در گرم) و شاهد (۶/۰۷ میلی‌مول در گرم) می‌باشد (جدول ۱۴).

پژوهشگران عملکرد ضعیف و با درصد روغن و کیفیت پایین و بالا بودن مقدار اسید اروسیک و گلوکوزینولات را از خصوصیات ارقام محلی کلزا اعلام نموده‌اند. میزان این ماده در ارقام مختلف بسته به عوامل ژنتیکی متغیر می‌باشد (Khehra and Singh, 1988). همچنین، محققین گزارش نمودند برآورد قابلیت توارث خصوصی بالا برای گلوکوزینولات نمایان‌گر اهمیت زیاد اثرهای افزایشی ژن‌ها در کنترل آن‌ها می‌باشد (Ghobadi *et al*., 2006). از طرفی آزمایش‌ها نشان داد که میزان گلوکوزینولات دانه هم متأثر از عوامل ژنتیکی و نیز عوامل محیطی و زراعی از جمله کم‌آبی و درجه حرارت بالا می‌باشد (Barlog and Grzebisz, 2004). افزایش گلوکوزینولات ناشی از تنش خشکی باعث کاهش کیفیت و ارزش غذایی کنجاله کلز می‌گردد، که این امر تحت تأثیر عوامل ارثی و محیطی از جمله تنش‌های کم‌آبی قرار می‌گیرد (Fieldsend *et al*., 1991). برآیند کلی نتایج تحقیق جاری همسو با نتایج سایر محققین نشان داد که میزان گلوکوزینولات دانه در ارقام کلزا صفتی ژنتیکی و وابسته به رقم بوده و تنش خشکی و افزایش دما موجب افزایش میزان گلوکوزینولات می‌گردد.

اسیدهای چرب (اسیدهای لینولئیک، لینولنیک و اولئیک): تجزیه و تحلیل داده‌ها حاکی از اثر معنی‌دار ارقام کلزا و رژیم آبیاری بر اسیدهای چرب در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۱۵). رقم گابریلا دارای بیش‌ترین مقادیر اسیدهای چرب به‌ترتیب (۱۹/۴۶، ۸/۴۰ و ۷۰/۸۹ درصد) بود که از نظر اسید لینولنیک با ارقام زرفام و اُکاپی تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین مقدار اسیدهای چرب به‌ترتیب (۱۳/۶۲، ۶/۰۰ و ۶۶/۳۶ درصد) در رقم آر جی اس ۰۰۳ بود که از نظر اسیدهای لینولنیک و اولئیک با ارقام ساریگل، هایولا ۴۰۱ و اُکاپی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱۶). تیمار شاهد دارای بیش‌ترین مقادیر اسیدهای لینولئیک و لینولنیک (۱۷/۰۹ و ۷/۹۰ درصد) بود و تیمار تنش شدید دارای بیش‌ترین مقدار اسید اولئیک (۶۸/۷۶ درصد) بود که با تیمار تنش متوسط تفاوت معنی‌داری نداشتند. کم‌ترین مقادیر اسیدهای لینولئیک و لینولنیک (۱۶/۰۹ و ۶/۸۳ درصد) در تیمار تنش شدید و کم‌ترین مقدار اسید اولئیک (۶۷/۱۹ درصد) در تیمار شاهده دیده شد که با تیمار تنش متوسط تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱۷).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

جدول ۱۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات شیمیایی ارقام مختلف کلزا تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

Table 3- Analysis of variance (MS) of chemical properties of Canola different varieties under irrigation different regimes

منبع تغییرات S.O.V.		درجه ازادی DF	اسید لینولئیک Linoleic acid	اسید لینولنیک Linolenic acid	اسید اولئیک Oleic acid
بلوک	Block	2	2.83^{ns}	2.46^{ns}	25.54^{**}
رژیم آبیاری	Irrigation regime (I)	2	4.52^{*}	5.17^{**}	11.73^{*}
ارقام کلزا	Canola cultivars C	5	40.82^{**}	9.49^{**}	23.28^{**}
آبیاری × ارقام	I × C	10	0.004^{ns}	0.07^{ns}	0.25^{ns}
خطای آزمایش	Error	34	0.96	0.90	3.33
ضریب تغییرات	CV (%)	-	5.93	12.91	2.63

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

جدول ۱۶- مقایسه میانگین اثر ارقام مختلف کلزا بر صفات شیمیایی

Table 16- Mean comparison of effect of Canola different varieties on chemical characteristics

ارقام کلزا Canola cultivars		اسید لینولئیک Linoleic acid (%)	اسید لینولنیک Linolenic acid (%)	اسید اولئیک Oleic acid (%)
گابریلا	Gabriella	19.46a	8.40a	70.89a
زرفام	Zarfam	18.06b	8.21a	68.91b
اُکاپی	Okapi	17.43b	8.14a	67.22bc
ساریگل	Sarigol	15.62c	6.57b	67.72bc
آر جی اس ۰۰۳	RGS003	13.62d	6.00b	66.36c
هایولا ۴۰۱	Hyola 401	15.22c	6.73b	67.38bc
حداقل تفاوت معنی‌دار	LSD	0.94	0.90	1.75

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

طبق گزارش‌ها، مقادیر اسیدهای چرب غیر اشباع در روغن دانه کلزا حدود؛ ۶۰ درصد اسید اولئیک، ۲۰ درصد اسید لینولئیک و ۱۰ درصد اسید لینولنیک می‌باشد (Behrens, 2002). مهم‌ترین اسید چرب اشباع، اسید لینولئیک بوده که در بدن سنتز نشده و باید توسط غذا تأمین گردد. اسید اولئیک از اسیدهای چرب غیر اشباع بوده که مقاومت بالایی در برابر اکسیدایون دارد. افزایش میزان اسیدهای چرب اشباع نشده مرغوبیت روغن استحصال شده را افزایش می‌دهد (Khatamian *et al.*, 2011). برخی از محققین کاهش اسیدهای چرب غیر اشباع و افزایش اسیدهای چرب اشباع در شرایط تنش خشکی را اذعان نموده‌اند، که این امر را به‌واسطه

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

اکسیداسیون برخی اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه و کاهش قابلیت تبدیل هیدرات‌های کربن به روغن در شرایط تنش می‌دانند (Daneshmand *et al*., 2008). برآیند کلی نتایج تحقیق جاری، همسو با نتایج سایر محققین نشان داد که میزان اسیدهای چرب دانه کلزا در ارقام مختلف صفتی ژنتیکی و وابسته به رقم بوده و در این بین رقم گابریلا و زرفام دارای کیفیت روغن بهتری از نظر اسیدهای چرب بوده و تنش خشکی و افزایش دما موجب افزایش میزان اسید اولئیک و کاهش میزان اسید لینولئیک و لینولنیک می‌گردد.

جدول ۱۷- مقایسه میانگین اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر صفات شیمیایی کلزا

Table 17- Mean comparison of effect irrigation different regimes on chemical characteristics of Canola

رژیم آبیاری Irrigation regime		اسید لینولئیک Linoleic acid (%)	اسید لینولنیک Linolenic acid (%)	اسید اولئیک Oleic acid (%)
۱۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Control	17.09a	7.90a	67.19b
۳۰ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Moderate Stress	16.52ab	7.29ab	68.28ab
۴۵ درصد تخلیه ظرفیت زراعی	Sever Stress	16.09b	6.83b	68.76a
حداقل تفاوت معنی‌دار	LSD	0.66	0.64	1.23

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level (LSD Test).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق می‌توان ارقام گابریلا و اُکاپی را همگام با کشت رقم زرفام در منطقه جلیل آباد ورامین جهت دست‌یابی به عملکرد مطلوب کشت نمود. با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه جلیل‌آباد ورامین که دارای یخبندان پاییزه و بهاره بوده و سرمای شدید زمستانه و تنش خشکی زودرس بهاره تهدیدی جدی برای کشت کلزا محسوب می‌گردد؛ لذا ارقام پاییزه مقاوم به سرمازدگی و یخبندان‌های پاییزه و بهاره و تنش آبی ناشی از گرمای زیاد فصل تابستان، در اولویت کشت سازمان اتکا قرار گیرد. با توجه به خصوصیات رشدی اندازه‌گیری شده ارقام کشت شده در منطقه جلیل‌آباد ورامین رقم گابریلا و اُکاپی از شاخص‌های مطلوب رشدی جهت کشت در منطقه برخوردار بوده و از نظر عملکرد دانه، رقم گابریلا و اُکاپی علاوه بر رقم رایج منطقه برای کاشت قابل توصیه هستند.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

منابع

Abedi T., Pakntyat H. 2010. Antioxidant enzyme changes in response to drought stress in ten cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Czech Journal Genetics Plant Breeding, 16: 27-34.

Ahmadi A.S., Gharineh M.H., Bakhshandeh A., Fathi G., Naderi A. 2011. Effect of end drought stress (*Brassica napus*) on grain yield, yield components, oil percentage, protein percentage and vegetative growth characteristics of rapeseed. Ahvaz weather conditions. Journal of Plant Production, 10: 407-418. (In Persian).

Ahmadi M., Bahrani M. 2009. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, 5: 755-761.

Alizadeh O., Nadian H.A. 2010. Evaluation effect of water stress and nitrogen rates on amount of absorption some macro and micro elements in corn plant mycorrhizae and non –mycorrhizae. Research Journal of Biological Science, 5 (5): 350-355.

Azizi M., Soltani A., Khavari Khorasani S. 1999. Rapeseed, physiology, agriculture, breeding, biotechnology. Mashhad Jahad Daneshghi Press, 230 p. (In Persian).

Barlog P., Grzebisz W. 2004. Effect of timing and nitrogen fertilizer application on winter oilseed rape (*Brassica napus* L). Growth dynamics and seed yield. Crop Science, 190: 305-313.

Bayat A.A., Sepehri A., Ahmadvand G., Dorri, H.R. 2010. Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Iranian Journal of Crop Sciences, 12 (1): 42- 54. (In Persian).

Bernnan R.F. 2001. Residual value of Zinc fertilizer for production of wheat. Australian Journal of Experimental Agriculture, 41: 541-547.

Bigelow C.A., Bowman D.C., Cassel D.K. 2003. Inorganic soil amendments limit nitrogen leaching in newly constructed sand-based putting green rooting mixture. USGA Turf grass and Environmental Research Online, 2 (24): 1-7.

Chakraborty K., Raj S., Bhattacharya R.C. 2012. Differential expression of salt overly sensitive pathway genes determines salinity stress tolerance in Brassica genotypes. Plant Physiology and Biochemistry, 51: 90-101.

Daneshmand A.R., Shirani Rad A.H., Nour Mohammadi G., Zarei Gh., Daneshian J. 2008. Effect of irrigation regiems and nitrogen levels on seed yield and seed quality of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Iraniam Journal of Crop Sciences, 10 (3): 244- 261. (In Persian).

Degenhart D.F., Kondra Z.P. 1981. The in fluenc of graining rate and graining date on yield and growth characters of five genotypes of *Brassica napus*. Plant Science, 61: 185-190.

El-Kheir M.S.A., Kandil S.A., Mekki B.B. 1994. Physiological response of two soybean cultivars grown under water stress conditions as affected by CCC treatments. Egyption Journal Physiology Sciences, 18 (1): 179-200.

Enferad A., Poustini K., Majnoon Hosseini N., Talei A., Khajeh Ahmad Attari, A.A. 2003. Physiological responses of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in vegetative growth stage relative to salinity stress. Journal of Agricultural Science and Technology, 7 (7): 103-113. (In Persian).

Fallah Haki M.H., Yadavi A.R., Movahedi Dehnavi M., Bonyadi M. 2012. Effect of planting date on physiological and morphological characteristics of four canola cultivars in Yasuj. Journal of Crop Production and Processing, 2 (4): 53-65. (In Persian).

Fan X., Li F., Liu F., Kumar D. 2004 Fertilization with a new type of coated urea: evaluation for nitrogen efficiency and yield in winter wheat. Journal of Plant Nutrition, 27 (5): 853-865.

FAO STAT. 2017. FAO statistical database (available at www.fao.org).

Fathi G., Bani Saeidi A., Siadat A., Ebrahim Pour F. 2002. Effect of different levels of nitrogen and plant density on canola seed yield PF7045 in weather conditions in khuzestan province. Agricultural Scientific Journal, 25 (1): 43-57. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

Fieldsend J.K., Murray F.E.P.E., Bilsborrow P.E., Milford G.F.J., Evans E.J. 1991. Glucosinolate accumulation during seed development in winter sown oilseed rape (*B. napus*). *In*: McGregor, D.I. (Ed.). Proceedings of 8th International Rapeseed Congress. Canada Saskatoon, 686-694.

Ghanbari M., Mokhtassi-Bidgoli A., Talebi-Siah Saran P. 2019. Effect of bio-fertilizers on yield components, yield, protein and oil of soybean (*Glycine max* Merrill.) Under different irrigation regimes. Journal of Plant Environmental Physiology, 13 (52): 1-15. (In Persian).

Ghobadi M., Bakhshandeh A., Fathi G., Gharineh M.H, Alemi Saeid K., Naderi A. 2006. Effect of drought stress and heat of end of growth period on morphophysiological characteristics and performance of spring rapeseed cultivars. Ph.D Thesis. Shahid Chman Ahwaz University. 210 p.

Gholamhoseini M., Ghalavand A., Modarres Sanavy S.A.M., Jamshidi E. 2007. Effects of zeolite compost application in loamy sand field on grain yield and other traits of sunflower. Environmental Science, 5 (1) 23-36. (In Persian).

Hao X., Chang C., Travis G.J. 2004. Effect of long-term cattle manure application on relation between nitrogen and oil content in canola seed. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 167: 214-215.

Howell R.W., Carter J.L. 1958. Physiological factors affecting composition of soybeans. II. Response of oil and other constituents of soybeans to temperature under controlled conditions. Agronomy Journal, 50: 64-667.

Jafar Zadeh B., Tobeh A., Seif Amiri S. 2010. Effect of planting date on yield, yield components and some physiological characteristics of canola cultivars. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture. Mohaghegh Ardebili University. (In Persian).

Khajeh pour M.R. 2004. Industrial plants. Jihad University Press, Isfahan Industrial Unit. Isfahan, Iran. (In Persian).

Khajehpour, M.R. 2012. Production of industrial plants. Jahad Daneshgahi Press, 251 p. (In Persian).

Khatamian O.S., Modares-Sanavy S.A.M., Ghanati F., Mostafavi-Rad M. 2011. Evaluation of Yield, Its Components and Some Morphological Traits of Sixteen Rapeseed Oil Cultivars in Arak Region. Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 21 (3): 147-161. (In Persian).

Khehra, M. K., and Singh, P. 1988. Senesitivity and Performance of some Brassica napus genotypes in stress and non-stress environments. Crop Improvement in India, 15:209-211.

Ministry of Agriculture. 2017. Programs and Achievements. Achievements of the agricultural sector in the twelfth government. (available at http://www.pr.maj.ir/portal/Home/). (In Persian).

Mirzashahi K., Salim Pour S., Darya Shenas A., Malakooti M. J., Rezaei H. 2003. Determine the most suitable amount and method of use (splitting) of high fertilizers in canola cultivation in Safi Abad. In: Malakooti, M.J., Sepehr, A. Optimum Nutrition of Oilseeds, Khaniran Press. Tehran. (In Persian).

Mohammadi A.A. 2012. Final report on the effect of planting date on yield and yield components of new rapeseed cultivars, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research Center. (In Persian).

Mokhtassi-Bidgoli A., Aghaalikhani M., Nasiri-Mahallati M., Zand E., Gonzalez-Andujar J.L., Azari, A. 2013. Agronomic performance, seed quality and nitrogen uptake of *Descurainia Sophia* in response to different nitrogen rates and water regimes. Industrial Crops and Products, 44: 583-592.

Ram G., Patel J.K. 1992. Single and combined effect of bio, organic and inorganic fertilizers on yield of sunflower and soil properties under rainfed condition. Advanced Plant Science, 5: 161-167.

Ranjan R., Bohra S.P., Jeet A.M. 2001. Book of plant senescence. Jodhpur, Agrobios New York. Pp: 18-42.

Saini H.S., Westgate M.E. 2000. Reproductive development in grain crops during drought. Advances in Agronomy, 68: 59-96.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]

Salim pour S., Mirzashahi K., Darya Shenas A., Malakooti M.J., Rezaie V. 2001. Investigating the rate and method of using zinc sulfate in rapeseed in Safi Abad Dezful. Journal of Soil and Water, 12 (12): 92. (In Persian).

Sana M., Ali A., Asghar Malik M., Farrukh Saleem M., Rafiq M. 2003. Comparative yield potential and oil contents of different Canola cultivars (*Brassica napus* L.). Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 2 (1): 1-7.

Shabani A., Kamkar Haghighi A., Sepaskhah A., Emam Y., Honar T. 2010. Effect of water Stress on seed yield, yield component and winter Canola quantities of Licord variety (*Brasica napus* L.). Iranian Journal of Agronomy Sciences, 12 (4): 409-421. (In Persian).

Shekari F. 2000. Effects of salinity stress on growth indices, mineral nutrition and yield in rapeseed (*Brassica napus* L.). Ph. D Thesis, Faculty of Agriculture, Tabriz University. (In Persian).

Shirani Rad A.H., Dehshiri A. 2003. Planting, maintained and harvesting, Rapeseed Harvesting, Ministry of Agricultural Jihad, Agricultural Education Publishing. (In Persian).

Smith S.E., Read D.J. 1997. Genetic, cellular and molecular interactions in the establishment of VA mycorrhizas. In: Mycorrhizal Symbiosis (Eds. Smith S.E., Read D.J.), Pp: 9-33. Academic, New York.

Suh H., Kim C.H., Lee J., Jung J. 2002. Photodynamic effect of iron on photo system II function in pea plants. Photo he m Photobiology, 75: 513-518.

Thurling N. 1991. Application of the ide type concept in breeding for higher yield in the oilseed brassicas. Field Crops Research, 26: 201-219.

Tiquia S.M., Tam N.F.Y., Hoodgkiss I.J. 1996. Effect of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter and pig sludge. Bioresourse Technology, 65: 43-49.

Upadhyaya H., Panda S.K. 2004. Responses of Camellia sinensis to drought and rehydration. Biologia Plantarum, 48: 597-600.

Vaezirad S., Shekari F., Shiranirad A. M., Zangani A. 2008. The effect of water stresses in various growth stages on the yield and yield components in red beans varieties. Journal of new knowledge of agriculture, 4 (10): 85-94.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-06-20]