# بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در شرایط آب و هوایی لرستان

احسان آراسته*[1] و امین فرنیا[2]

۱) عضو باشگاه پژوهشگران جوان و دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، بروجرد، ایران.
۲) استادیاردانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، بروجرد، ایران.

* **نویسنده مسئول:** Ehsanarasteh@yahoo.com

**تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۱۴** **تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۸**

## چکیده

**به منظور بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام کلزا (*Brassica napus* L.)، این آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا شد. در این آزمایش تنش خشکی در سه سطح شامل بدون تنش (شاهد)، قطع آبیاری در مراحل بعد از روزت و قبل از شروع گل‌دهی و قطع آبیاری در مراحل بعد از روزت، قبل از شروع گل‌دهی و پر شدن غلاف در کرت اصلی و تراکم بوته در سه سطح ۶، ۱۰ و ۱۴ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار در کرت فرعی و ارقام کلزا شامل زرفام، SLM046 و اکاپی در کرت فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد تنش خشکی، تراکم بوته و برهمکنش آن‌ها بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام کلزا اثر معنی‌داری داشتند. بیش‌ترین عملکرد دانه و روغن در تیمار قطع آبیاری در مراحل بعد از روزت و قبل از شروع گل‌دهی و تراکم بذر ۱۰ کیلوگرم در هکتار در رقم زرفام به‌دست آمد که به نظر می‌رسد مربوط به وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته، شاخص برداشت و درصد روغن بیش‌تر آن باشد. رقم زرفام مناسب‌ترین رقم در شرایط تنش خشکی بود و با بررسی تمام شاخص‌ها، بهترین رقم در شرایط عادی بود و حداقل کاهش عملکرد را در شرایط تنش داشت.**

**واژه‌های کلیدی:** تنش، خشکی، تراکم گیاه، کمیت، کیفیت.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]

**مقدمه**

کلزا از نظر تولید روغن در جهان، پس از سویا قرار دارد (FAO, 2009). تنش خشکی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، یکی از عوامل مؤثر و مهم بر روی عملکرد محصولات زراعی می‌باشد (Styszko, 1999). تنش خشکی، فنولوژی گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و بدین‌وسیله بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد اثر می‌گذارد (Desclaux and Roumet, 1996). اثر تنش آبی بر زراعت تابع ژنوتیپ، شدت و مدت تنش، وضعیت آب و هوا و مرحله رشد کلزا است (Robertson and Holland, 2004). عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر ساختار ژنتیکی گیاه، شرایط محیطی و اثرات برهمکنش آن‌ها می‌باشد، اگر چه همه تنش‌های زنده و غیرزنده از عوامل مهم کاهش تولید محسوب می‌شوند (Eberhart and Russel, 1996). ولی تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید محصولات در سیستم‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به حساب می‌آید (Debaeke and Abdellah, 2004). در کلزا، یک دوره بحرانی از شکفتگی گل تا دو هفته پس از آن وجود دارد که در آن تنش خشکی، عملکرد را تا ۲۰ درصد کاهش می‌دهد. این کاهش، در صورت تخفیف یافتن تنش خشکی در مرحله قبل از رسیدگی تا حد زیادی جبران می‌شود (Mingeau, 1974). خشکی در مرحله گل‌دهی و گرده‌افشانی، بیش‌ترین اثر را بر روی عملکرد دانه کلزا دارد (Fernandez, 1992). کمبود آب و خشکی از مرحله شکفتگی گل تا مشاهده نیمی از غلاف‌های گل آذین اصلی و از این تا ۱۰ روز پس از بزرگ شدن دانه در داخل غلاف در کلزا، عملکرد دانه و اجزای آن را به‌طور جدی تحت تأثیر قرار می‌دهد. این مرحله یعنی مرحله واقع در بین گل‌دهی و نمو غلاف عبارت است از زمانی که طول نهایی غلاف حاصل می‌شود. با این که در این مرحله، تعداد غلاف نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد ولی کاهش بیش‌تر عملکرد با تعداد دانه در گیاه در ارتباط است (Champolivier and Merrien, 1996). کم‌ترین تعداد غلاف نسبت به شاهد، در خشکی اعمال شده در مرحله اوایل غلاف‌بندی و سطح تیمار آبی ۱۰۰ درصد رطوبت در دسترس مشاهده شد. کاهش غلاف‌ها، بیش‌تر بر اثر ریزش آن‌ها بود. در گیاه کلزا، مراحل گل‌دهی و تشکیل غلاف‌ها، از حساس‌ترین مراحل به تنش خشکی می‌باشند که در اغلب مناطق زراعی کشور وجود دارد (Sinaki *et al*., 2007). در بررسی نعیمی و همکاران (۱۳۸۷) نیز بر روی سویا مشخص گردید که اعمال تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه موجب افزایش تعداد غلاف تو خالی می‌شود و این حالت به‌ویژه در گره‌های فوقانی ساقه اصلی مشهودتر است. کمبود آب در جریان مراحل رشد رویشی و گل‌دهی کلزا، باعث کاهش ماده‌ی خشک کل گردید. گیاهان تحت تنش در مقایسه با گیاهان فاقد تنش، کاه، غلاف و دانه‌های کم‌تری در واحد سطح تولید کردند. به‌طورکلی، کمبود آب هم در مراحل رشد رویشی، گل‌دهی و هم پر شدن دانه، شاخص برداشت را در کلزا به‌طور معنی‌داری کاهش داد (Jensen *et al*., 1996). یکی از راه‌های مقابله با تنش خشکی، اصلاح گیاهان متحمل و زودرس است و شناخت این موضوع که هر یک از گیاهان یا

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]

ژنوتیپ‌ها چگونه باتنش مقابله می‌کنند، حائز اهمیت می‌باشد (Koochaki *et al*., 2006). کلزا می‌تواند عملکرد خود رادر دامنه وسیعی از تراکم تنظیم نماید. اگر چه کلزا به‌طور کامل نمی‌تواند تراکم‌های پایین را جبران کند، شرایط محیطی نقش قابل ملاحظه‌ای در قدرت جبران کنندگی عملکرد آن دارد، توانایی یک بوته به جبران تراکم‌های پایین‌تر از حد مطلوب به میزان منابع قابل دسترس مانند نور، آب و مواد غذایی بستگی دارد (Angadi *et al.*, 2004). امتیاز بالا بودن تراکم بوته، جلوگیری از توسعه زیاد شاخه‌ها و تعداد غلاف در آن‌ها می‌باشد، این واکنش سبب یکنواختی رسیدگی در کلزا می‌شود (Malhi and Gill, 2004). با توجه به پدیده خشکسالی و کمبود آب، اثر تنش بر ارقام بررسی شد و بهترین و متحمل‌ترین رقم شناسایی گردید و بهترین تراکم جهت عملکرد دانه و روغن مشخص گردید. اهداف اجرای آزمایش بررسی اثر تنش آبی با دورهای مختلف در مرحله رشد زایشی و انتخاب رقم مناسب و اپتیمم تراکم بوته جهت کشت در دو شرایط عادی و تنش‌های مختلف آبی می‌باشد.

**مواد و روش‌ها**

به منظور بررسی اثر تنش خشکی و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا، آزمایشی به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا گردید. ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بروجرد به مساحت ۱۴۰ هکتار در ″۵۵ : °۴۸ طول شرقی از نصف النهار گرینویچ، ″۴۰ : °۳۴ عرض شمالی از خط استوا در قسمت میانی دشت یکصد هزار هکتاری سیلاخور واقع است. ارتفاع از سطح دریای آزاد آن ۱۴۷۶ متر بوده و منطقه محل اجرای طرح دارای زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های نسبتاً معتدل و خشک است. تیمارهای آزمایش شامل: تنش خشکی در سه سطح بدون تنش، دو تنش خشکی (قطع آبیاری در مراحل بعد از روزت و قبل از شروع گل‌دهی) و سه تنش خشکی (قطع آبیاری در مراحل بعد از روزت، قبل از شروع گل‌دهی و پر شدن غلاف) به‌عنوان کرت‌های اصلی و تراکم کاشت در سه سطح ۶، ۱۰ و ۱۴ کیلوگرم در هکتار با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر به‌عنوان کرت‌های فرعی و ارقام زرفام، SLM046 و اکاپی به‌عنوان کرت‌های فرعی فرعی تحت آزمایش و بررسی قرار گرفتند. رقم زرفام، منشاء این ارقام کشور ایران، دارای تیپ رشد پاییزه، متحمل به سرما، دیررس با طول دوره رشد ۲۷۰-۲۵۰ روز، میزان روغن دانه آن ۴۳-۴۵ درصد، وزن هزار دانه آن حدود ۴/۳ گرم و مناسب کشت در مناطق معتدل سرد با بهار گرم می‌باشد. SLMo46، منشاء آن از کشور آلمان، دارای تیپ رشد پاییزه، مقاوم به سرما، مقاوم به کم‌آبی، دیررس با طول دوره رشد ۲۴۰ تا ۲۵۰ روز، میزان روغن دانه آن ۴۵ تا ۴۶ درصد، وزن هزار دانه آن حدود ۴/۵ گرم و مناسب کشت در مناطق سرد و معتدل سرد می‌باشد. اکاپی، منشاء این رقم کشور فرانسه، دارای تیپ رشد بینابین، مقاوم به سرما، متوسط رس با طول دوره رشد ۲۴۰-۲۳۰ روز، میزان روغن

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]

دانه آن ۴۳-۴۵ درصد، وزن هزار دانه آن حدود ۴/۳ گرم و مناسب کشت در مناطق سرد و معتدل سرد می‌باشد (یگانه‌مظهر، ۱۳۸۷). عملکرد دانه پس از برداشت نهایی و با تعمیم عملکرد به هکتار محاسبه گردید. درصد روغن دانه‌ها به کمک حلال اتر و با روش سوکسله در آزمایشگاه شیمی و تجزیه فرآورده‌های گیاهی در موسسه نهال و بذر شهرستان کرج تعیین گردید. عملکرد روغن در واحد سطح نیز از حاصلضرب عملکرد دانه و درصد روغن محاسبه شد. تیمار تراکم ۱۰ کیلوگرم در هکتار، رقم زرفام و شرایط بدون تنش به‌عنوان شاهد آزمایش انتخاب شدند. صفات عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن‌اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن انجام شد.

## نتایج و بحث

### عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد که اثر نوع رقم، تنش خشکی، تراکم بوته و برهمکنش آن‌ها تفاوت بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۱). بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک با ۱۳۷۲۵/۸۹ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار دو تنش خشکی و تراکم بوته ۱۰ کیلوگرم در هکتار و رقم زرفام بود و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک با ۵۶۹۱/۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار سه تنش خشکی و تراکم بوته ۱۴ کیلوگرم در هکتار و رقم زرفام بود (شکل ۱). خشکی نه تنها بر اجزای عملکرد دانه بلکه روی عملکرد بیولوژیک مؤثر بوده و باعث کاهش آن می‌شود میزان تنش بر عملکرد بیولوژیک به زمان وقوع تنش، طول دوره و شدت تنش بستگی دارد. در تراکم مطلوب نیز به دلیل افزایش ماده خشک و سطح برگ مناسب، سبب افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود.

### تعداد غلاف در بوته

نتایج حاصل از اثر تنش خشکی و تراکم بوته و نوع رقم و برهنمکنش آن‌ها تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد بر این صفت نشان داد (جدول ۱). نتایج نشان داد که بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته در تیمار بدون تنش، ۶ کیلوگرم بذر مصرفی در هکتار و رقم زرفام به‌دست آمد (شکل۲). موقعیت قرار گرفتن گل‌ها روی گیاه (از نظر میزان دریافت نور) در تبدیل آن‌ها به غلاف عامل بسیار مهمی است، هر چند عوامل محیطی دیگری نظیر رطوبت و دما هم در این زمینه نقش دارند. در کلزا تعداد غلاف در بوته، از صفات بسیار مهمی است که عملکرد دانه به شدت به آن وابسته است (Appelquist and Ohlson, 1972). پس از مرحله گل‌دهی با کاهش سطح برگ بوته‌ها، غلاف‌ها نقش مهمی در فتوسنتز گیاه دارند (Kimber and McGregor, 1995).

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]

**جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارها بر ویژگی‌های کمی و کیفی کلزا**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | عملکرد بیولوژیک | تعداد غلاف در بوته | تعداد دانه در غلاف | وزن هزار دانه | عملکرد دانه | شاخص برداشت | درصد روغن | عملکرد روغن |
| تکرار | ۳ | ۴۸۴۳۴/۶ ns | ۹/۲ ns | ۶/۳۷ ** | ۰/۰۰۰۳ ns | ۳۴۴۰۱/۱۲ ns | ۰/۰۴۲ ** | ۰/۷۳ ns | ۰/۵ ns |
| تنش خشکی | ۲ | ۵۳۳۲۸۳۷۴/۶ ** | ۲۵۳۳۰/۵۸ ** | ۹۱/۳۷ ** | ۰/۲۸ ** | ۳۴۵۳۸۰۰۷/۵۳ ** | ۶۴/۶۶ ** | ۱۸۳/۴۹ ** | ۵۱۸/۸۵ ** |
| خطای(الف) | ۶ | ۴۰۱۳۲/۳ | ۱۰/۴۹ | ۰/۴۸ | ۰/۰۰۰۳ | ۲۹۹۹۰/۰۱ | ۰/۰۱۷ | ۰/۷۸ | ۰/۴۲ |
| تراکم بوته | ۲ | ۲۰۸۲۳۹۷۶ ** | ۱۴۹۶۱/۰۲ ** | ۴۱/۷۸ ** | ۰/۱۸ ** | ۱۳۸۰۱۰۴۰/۰۳ ** | ۷/۸۵۸ ** | ۵۳/۳۲ ** | ۲۰۶/۳۶ ** |
| تنش خشکی× تراکم بوته | ۴ | ۵۵۶۰۴۶۵/۱ ** | ۳۱۳/۴۴ ** | ۱۳/۵۶ ** | ۰/۰۳۱ ** | ۳۶۴۲۲۴۶/۲۶ ** | ۴/۰۸۴ ** | ۱۱/۱۲ ** | ۵۳/۴۸ ** |
| خطای (ب) | ۱۸ | ۱۵۶۸۴۹/۳ | ۴۶/۸۷ | ۳/۰۲ | ۰/۰۰۰۷ | ۱۱۱۱۶۲/۴۱ | ۰/۰۳۶ | ۰/۹۴ | ۱/۶۳ |
| ارقام | ۲ | ۲۲۴۸۱۵۷/۶ ** | ۱۴۵۸۸۰/۳۳ ** | ۴۹/۲۳ ** | ۱/۱۴ ** | ۱۴۶۹۰۶۹/۳۶ ** | ۰/۹۳۸ ** | ۶۶۲۷/۳۱ ** | ۴۵/۲۷ ** |
| تنش خشکی× ارقام | ۴ | ۸۴۵۷۱۰/۶ ** | ۱۰۴۲/۱۶ ** | ۲۲/۵۵ ** | ۰/۰۱۵ ** | ۵۸۲۷۶۱/۴۷ ** | ۰/۱۳۳ ** | ۵۴/۱۸ ** | ۱۰/۸۵ ** |
| تراکم بوته× ارقام | ۴ | ۱۰۱۴۱۱۸/۴ ** | ۱۰۴۲/۱۵ ** | ۷/۸ ** | ۰/۰۰۱ ** | ۶۷۴۴۸۴/۳۵ ** | ۱/۴۳۴ ** | ۸/۳۵ ** | ۱۰/۷۲ ** |
| تنش خشکی× تراکم بوته*ارقام | ۸ | ۶۶۲۷۴۴/۳ ** | ۱۶۵۴/۴ ** | ۵/۷۶ ** | ۰/۰۰۷ ** | ۴۴۵۹۳۲/۱۲ ** | ۰/۹۵۴ ** | ۳/۲۹ ** | ۶/۷۸ ** |
| خطای آزمایش | ۵۴ | ۹۳۶۳۵/۲۷ | ۲۴/۸۱ | ۱/۵۸ | ۰/۰۰۰۵ | ۶۸۴۹۳/۴۶ | ۰/۰۳۴ | ۰/۰۰۴۴ | ۱۳۰۳۲/۵۵ |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | ۶/۰۳ | ۲/۷۲ | ۵/۴۲ | ۰/۵۶ | ۶/۰۳ | ۰/۲۱ | ۰/۱۵ | ۶/۰۴ |

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

### تعداد دانه در غلاف

مقایسه اثر هر یک از تیمارها بر تعداد دانه در غلاف تفاوت معنی‌داری را نشان داد، به‌طوری که اثر نوع رقم و تراکم بوته بیش‌تر از اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در غلاف را نشان داد (شکل ۳). بالاتر بودن تعداد دانه در غلاف در رقم زرفام به دلیل تشکیل غلاف‌های بیش‌تری در این رقم نسبت به سایر ارقام بود. از طرفی وجود تعداد دانه‌های بیش‌تر در غلاف‌ها باعث می‌شود مواد فتوسنتزی تولید شده بیش‌تر ذخیره گردد و عملکرد دانه افزایش یابد. البته حداکثر تولید دانه در غلاف تحت کنترل عوامل مختلفی است و عامل اصلی در این رابطه پتانسیل ژنتیکی ارقام است. تعداد دانه در غلاف نیز تحت تأثیر رقم قرار گرفته است (Singh *et al*., 2001).

### وزن هزار دانه

مقایسه اثر هر کدام از تیمارها بر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد، به‌طوری که بیش‌ترین وزن هزار دانه در تیمارهای $a_1b_2c_1$ و $a_2b_2c_1$ به‌دست آمد (شکل۴). نتایج حاصل از اثرات متقابل نشان داد که وزن هزار دانه یک صفت وابسته به رقم بوده است. وجود شرایط محیطی مناسب زمینه افزایش رویش گیاه را فراهم نموده است و در نتیجه مواد فتوسنتزی قابل انتقال به دانه‌ها در طی مراحل نموی افزایش یافته و وزن هزار دانه بیش‌تر شده است. Thurling (۱۹۷۴) نیز بیان نمود تنش خشکی و کمبود عناصر غذایی موجود در خاک، در شروع پر شدن دانه‌ها نیز باعث کاهش وزن دانه‌ها می‌شوند.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]

**عملکرد دانه**

مقایسه اثر هر کدام از تیمارها بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (شکل ۵). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه در رقم زرفام دیده شد. بررسی‌ها نشان داد کاهش عملکرد در اثر تنش ناشی از کاهش تعداد غلاف و وزن هزار دانه بود. سرعت رشد دانه تابع عرضه مواد پرورده، عناصر غذایی و آب است. تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف،اندازه مقصد برای مواد فتوسنتزی را تعیین می‌کنند. سطح سبز غلاف‌ها و مقدار تشعشعی که آن‌ها دریافت می‌کنند، آخرین منابع تأمین مواد پرورده برای دانه‌ها به شمار می‌آیند. محققان کانادایی نیز معتقدند که تنش رطوبتی درضمن گل‌دهی تا رسیدن محصول باعث کاهش شاخه‌های جانبی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف شده که به نوبه خود عملکرد را کاهش می‌دهد (Canola Council of Canada, 2000). بنابه اعتقاد برخی پژوهشگران، طراحی سایه‌انداز گیاهی (عمودی بودن شاخه‌ها، عمودی بودن غلاف) نقش مهمی در سازگاری گیاه نسبت به تراکم زیاد دارد (McGregor, 1995 Kimber and) و ارقامی که طراحی سایه‌انداز آن‌ها به گونه‌ای است که نفوذ نور بیش‌تری دارند، به تراکم‌های زیادتر سازگارترند ( Tommy and Evans, 1992).

**شاخص برداشت**

مقایسه اثر هر کدام از تیمارها بر شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد (شکل ۶). افزایش تراکم گیاهی سبب افزایش وزن‌اندام‌های هوایی و کاهش شاخص برداشت شد، این کاهش شاخص برداشت به دلیل کاهش تشعشع در جوامع گیاهی با تراکم بالاست (Donald and Hamblin, 1976). تغییرات‌اندک شاخص برداشت را به وابستگی بیش‌تر این صفت به ساختار ژنتیکی گیاه ارتباط داده به نظر می‌رسد مکانیسم خودتنظیمی تعادل بین‌اندام‌های رویشی و زایشی دلیل‌اندک بودن تغییرات شاخص برداشت در سه تراکم اعمال شده در پژوهش حاضر بوده است و به این ترتیب با یافته‌های Kimber و McGregor (۱۹۹۵) مطابقت دارد.

**درصد روغن**

اثر هر کدام از تیمارها بر درصد روغن معنی‌دار بود (شکل ۷). درصد روغن با افزایش میزان آب بیش‌تر می‌شود، که در اینجا با افزایش درصد آب درصد پروتئین در دانه کاهش یافته است زیرا اثر آب بر روغن درون بذر بیش‌تر است. هم چنین روغن در دانه‌ها ساخته شده و درون لپه‌ها ذخیره می‌گردد. بنابراین، ترکیب روغن از نظر ژنتیکی به‌وسیله جنین تعیین می‌شود. برخی پژوهشگران علت افزایش درصد روغن دانه را به افزایش تعداد غلاف در بوته نسبت داده‌اند ( Appelquist and Ohlson, 1972). روند تغییرات جذب آب در رقم زرفام اثر جذب آب بر افزایش درصد روغن را به خوبی نشان داد

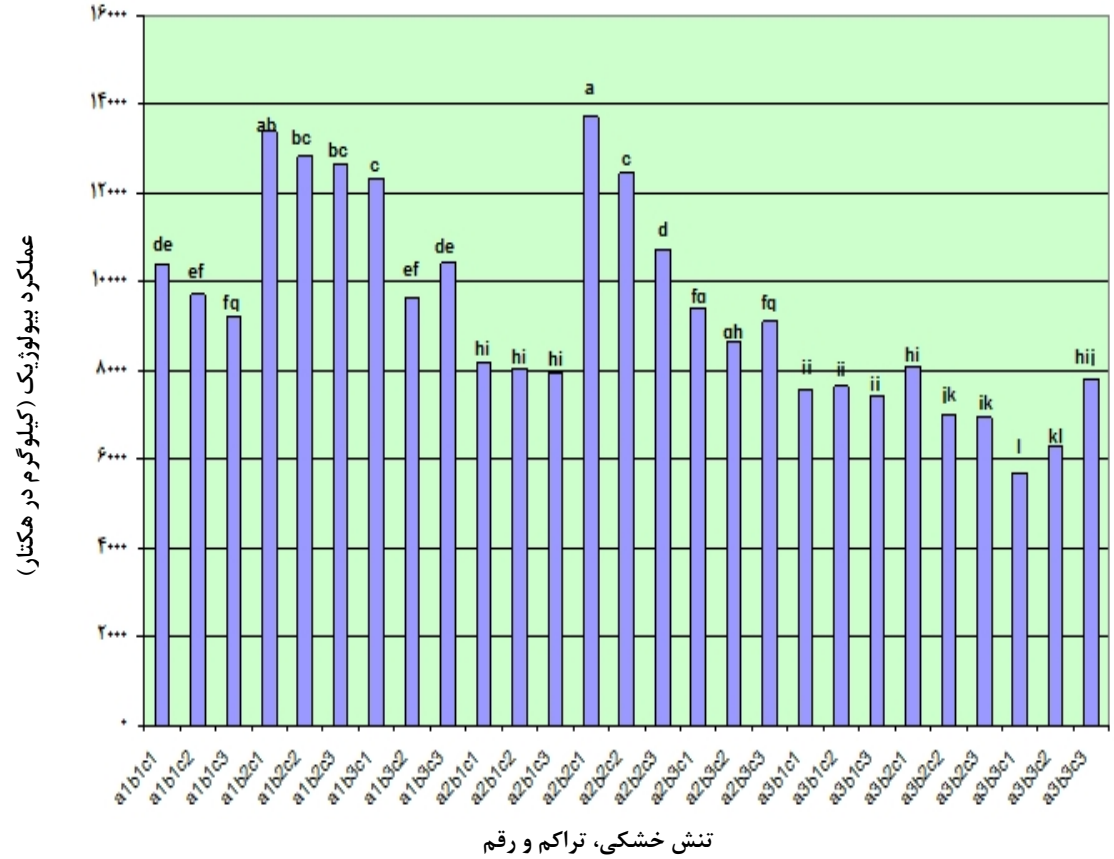
[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]

به‌طوری‌که با کاهش آب درصد روغن نیز کاهش یافته است. وزن دانه که بیش‌تر باشد قسمت جنین نیز بیش‌تر می‌شود و درصد پوست کاهش می‌یابد و روغن که در جنین ذخیره می‌گردد در اثر افزایش آب درصد روغن نیز افزایش می‌یابد.

**عملکرد روغن**

اثر هر کدام از تیمارها بر عملکرد روغن اختلاف معنی‌داری را نشان داد (شکل ۸). شرایط محیطی مناسب و وجود آب و مواد غذایی کافی سبب افزایش اجزای عملکرد و در نهایت افزایش عملکرد دانه می‌شود و وزن دانه که بیش‌تر باشد درصد روغن نیز افزایش می‌یابد و عملکرد روغن که از حاصل ضرب عملکرد دانه و درصد روغن به‌دست می‌آید. بیش‌ترین عملکرد روغن در تیمار بدون تنش و تراکم بوته ۱۰ کیلوگرم بذر مصرفی در رقم زرفام به‌دست آمد. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا نشان داد که توقف آبیاری از مرحله گل‌دهی (تنش خشکی) سبب کاهش میزان روغن دانه، عملکرد روغن، عملکرد دانه و اجزای آن می‌شود.




**شکل ۱: برهمکنش تنش خشکی، تراکم بوته و ارقام بر عملکرد بیولوژیک**

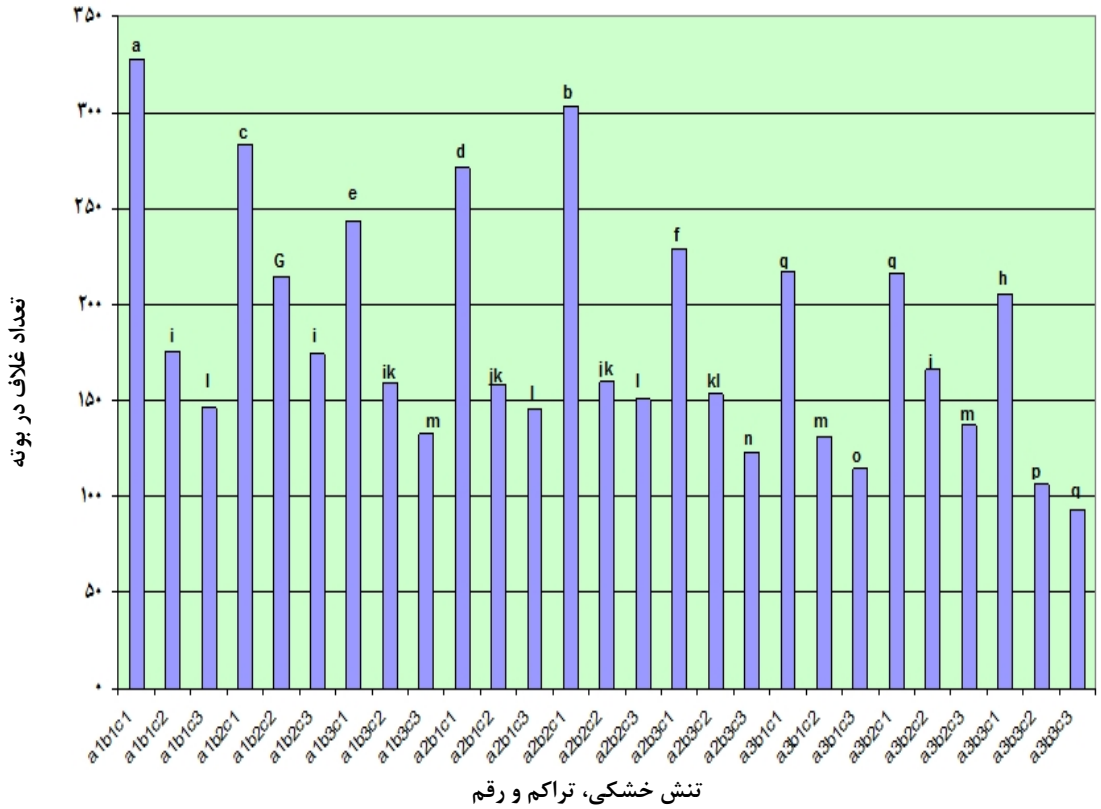
تنش خشکی: $a_1$: بدون تنش. $a_2$: دو تنش خشکی. $a_3$: سه تنش خشکی

تراکم بوته $b_1$: ۶کیلوگرم در هکتار b2: ۱۰ کیلوگرم در هکتار $b_3$ : ۱۴ کیلوگرم در هکتار

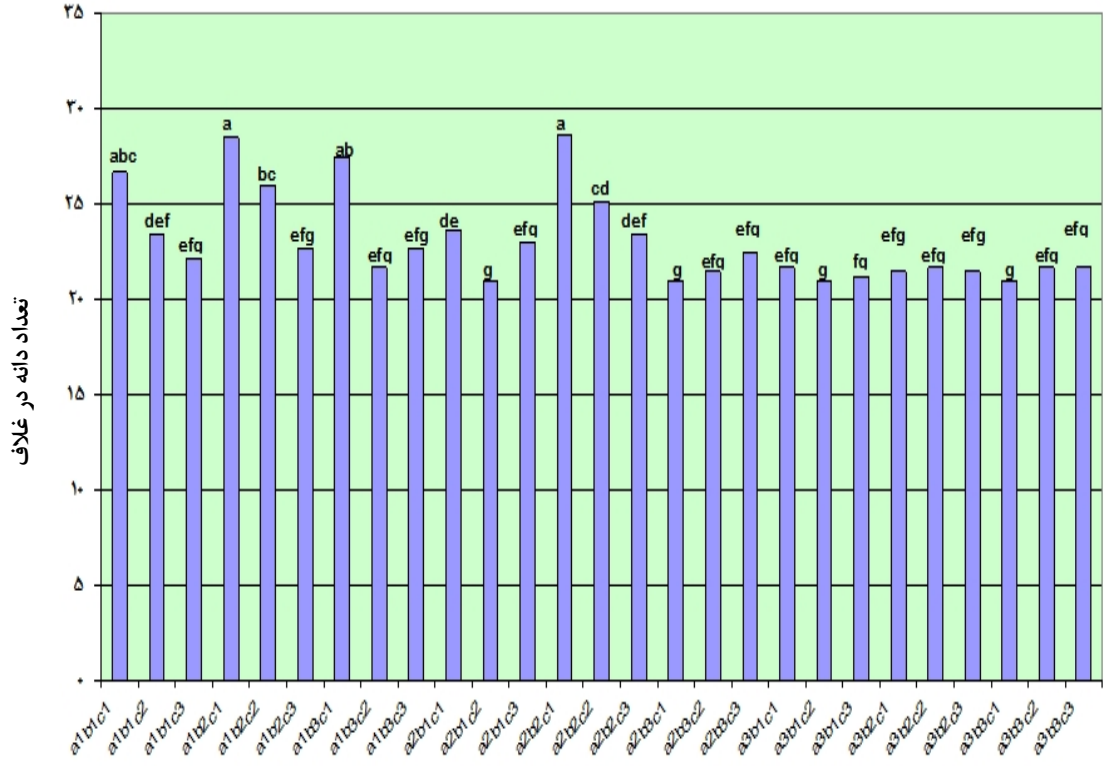
ارقام کلزا: $c_1$: زرفام $c_2$: SLM046 $c_3$: Okapi

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.20084403.1392.5.19.6.5 ]

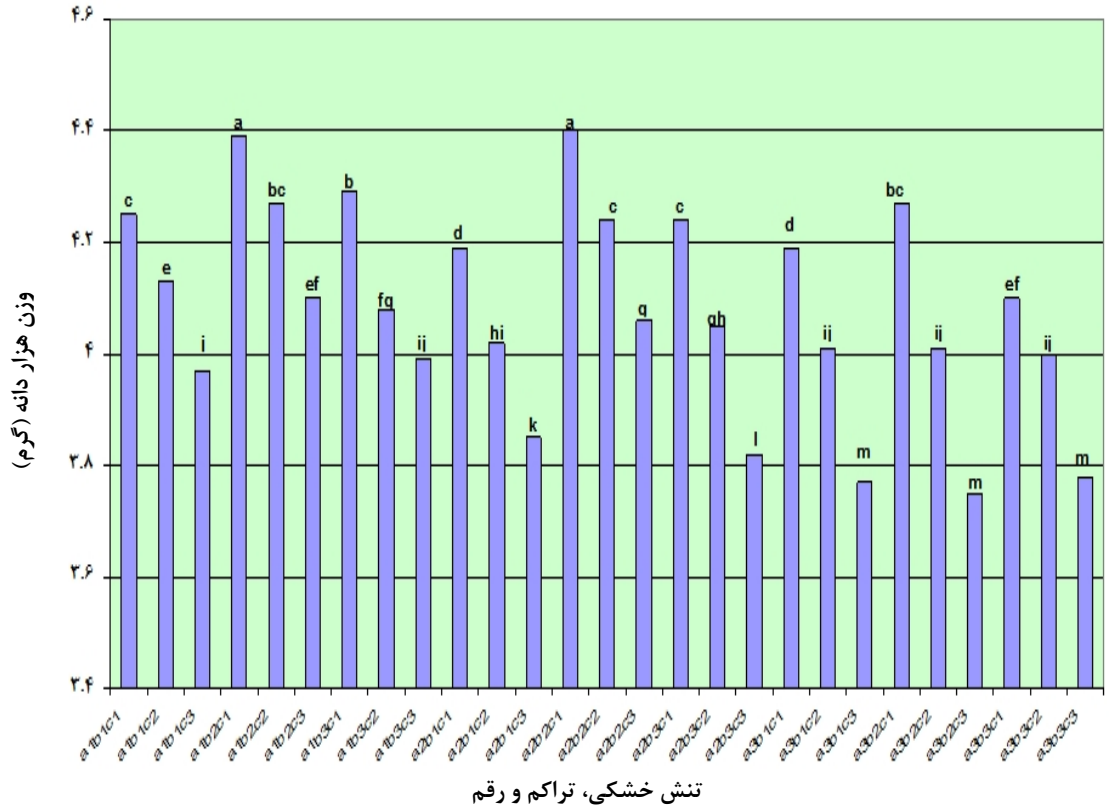



**شکل ۲: برهمکنش تنش خشکی، تراکم بوته و ارقام بر تعداد غلاف در بوته**

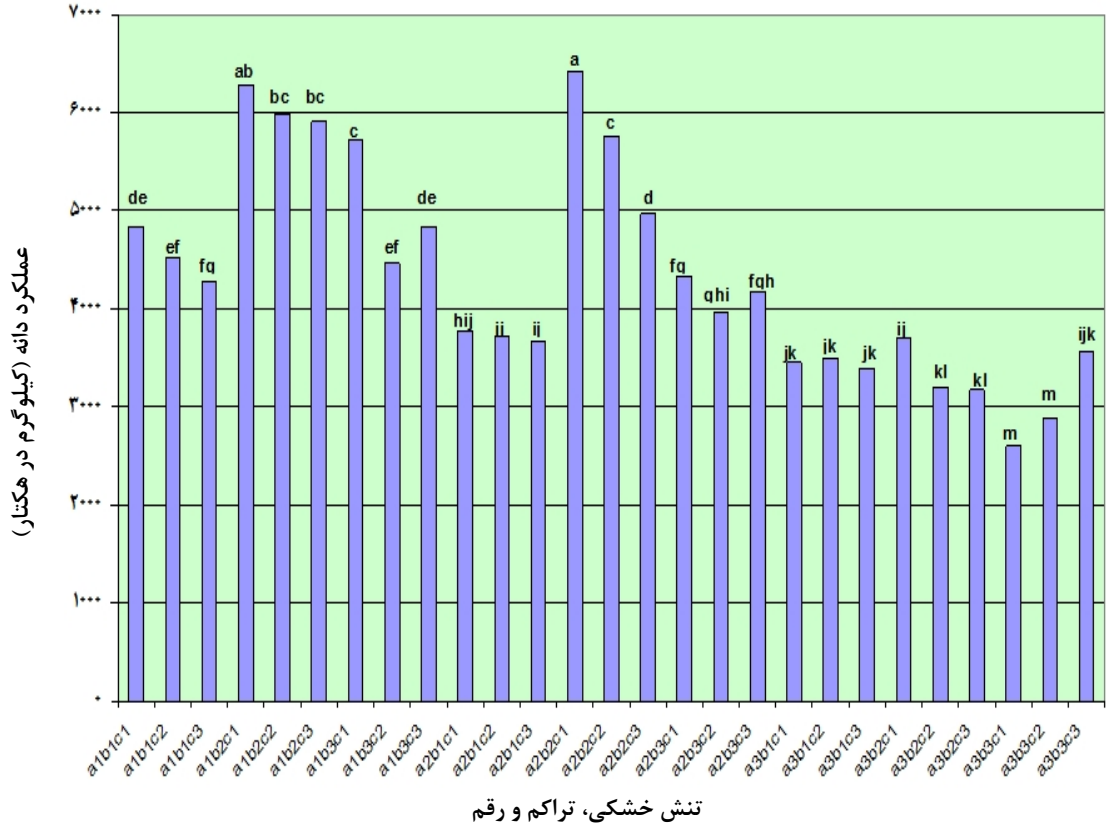



**شکل ۳: برهمکنش تنش خشکی، تراکم بوته و ارقام بر تعداد دانه در غلاف**

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]



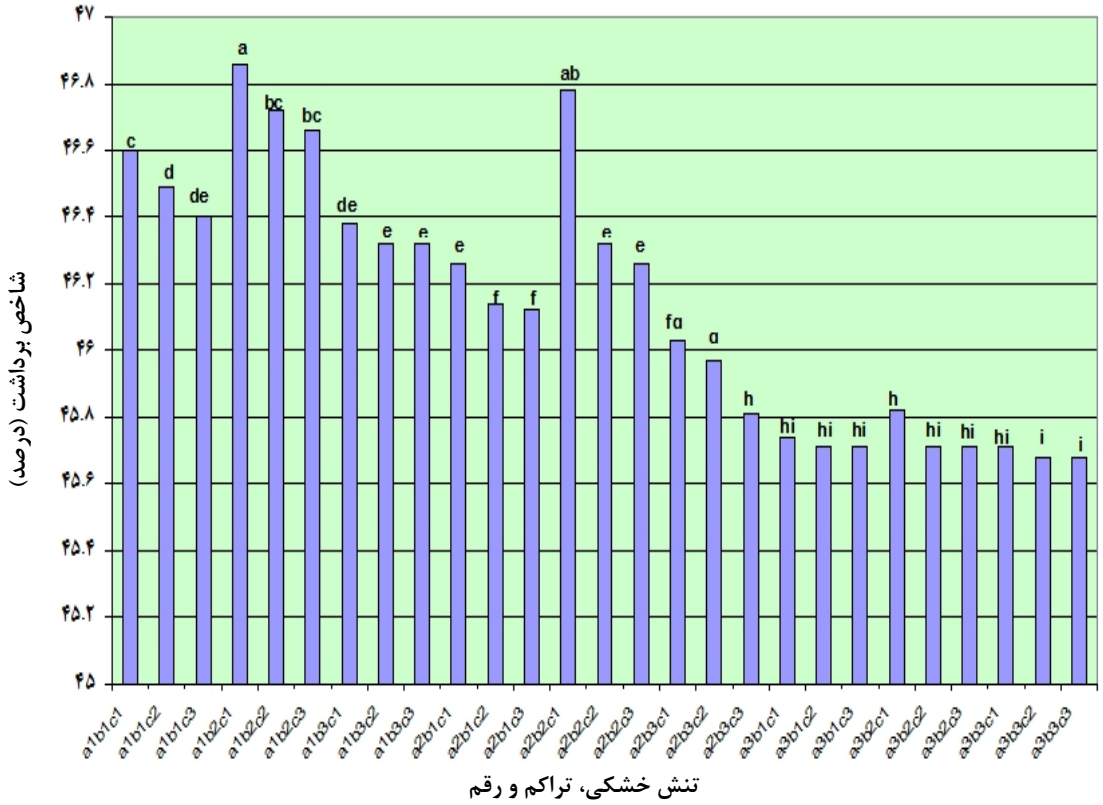

**شکل ۴: برهمکنش تنش خشکی، تراکم بوته و ارقام بر وزن هزار دانه**



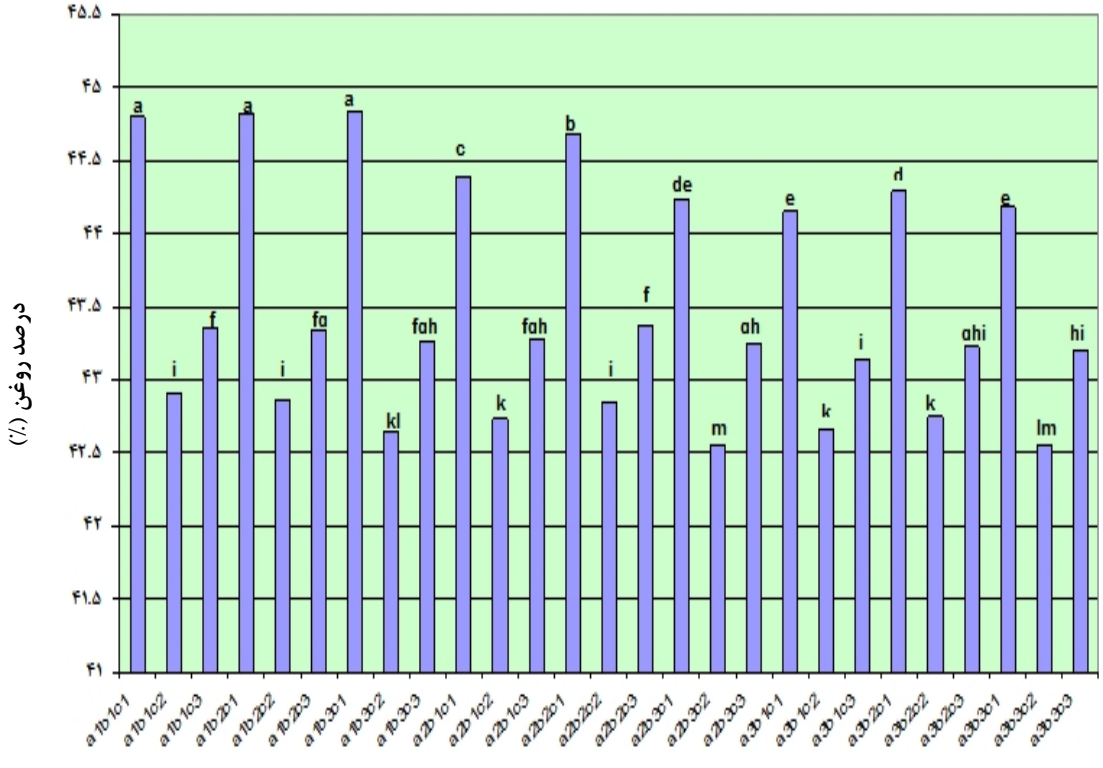

**شکل ۵: برهمکنش تنش خشکی، تراکم بوته و ارقام بر عملکرد دانه**

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]

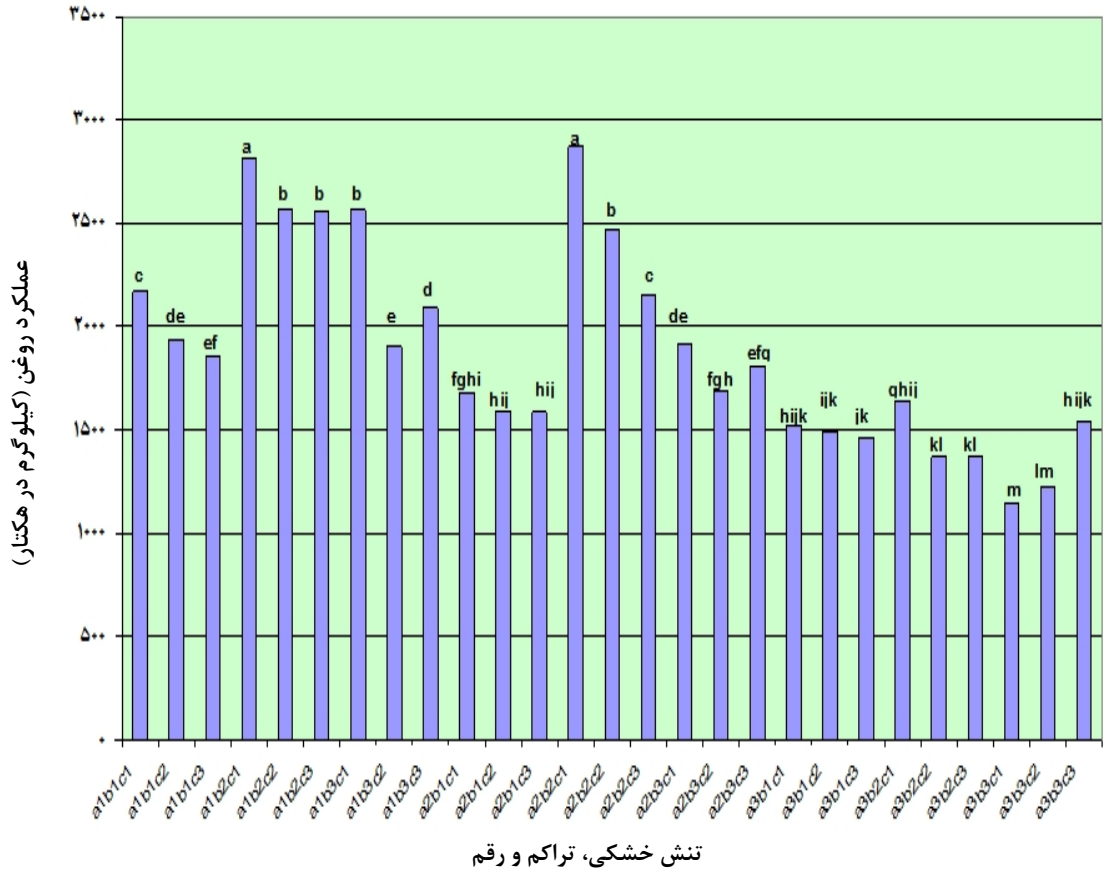



**شکل ۶: برهمکنش تنش خشکی، تراکم بوته و ارقام بر شاخص برداشت**




**شکل ۷: برهمکنش تنش خشکی، تراکم بوته و ارقام بر درصد روغن**

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]
[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]




**شکل ۸: برهمکنش تنش خشکی، تراکم بوته و ارقام بر عملکرد روغن**

## نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که تیمارها برای صفت عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری نشان دادند، عملکرد دانه با افزایش مقدار آب یعنی از سه دور تنش خشکی به دو دور تنش خشکی و در نهایت به شرایط بدون تنش همچنان افزایش یافته است و در شرایط دو دور تنش خشکی به حداکثر میزان خود یعنی ۶۴۲۱ کیلوگرم در هکتار رسیده که البته با میانگین تولید شرایط بدون تنش از نظر آماری در یک گروه قرار دارد و با توجه به اینکه شاخص برداشت در شرایط بدون تنش و تراکم بوته ۱۰ کیلوگرم در هکتار در رقم زرفام بیش‌تر می‌باشد این نتیجه استنباط می‌شود که در شرایط بدون تنش عملکرد دانه بیش‌تر و مناسب تر می‌باشد و همین‌طور تعداد شاخه فرعی ساقه با افزایش مقدار آب ثابت باقی مانده است. با توجه به جدول مقایسه میانگین تیمارهای بکار برده شده نشان می‌دهد که بیش‌ترین درصد روغن در رقم زرفام و در شرایط بدون تنش و در تراکم‌های مختلف بوته به‌دست آمده است و نشان می‌دهد که درصد روغن بیش‌تر یک جنبه ژنتیکی می‌باشد و به درصد خلوص بذر و اصلاح انجام شده بر روی آن و هم چنین وجود آب کافی و دمای مناسب هوا بستگی دارد.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]

## منابع

**نعیمی، م.، غ، اکبری و ا. م، شیرانی راد. ۱۳۸۷.** ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام مختلف کلزا بر اساس شاخص‌های ارزیابی تنش در انتهای فصل رشد. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱ (۳): ۹۸-۸۳.

**یگانه‌مظهر، ر. ۱۳۸۷.** معرفی ارقام کلزای قابل کشت در ایران. شهرستان شهریار.

**Angadi, S.V., Cutforth, H.W., McConkey, B.G. and Gan, Y. 2003.** Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. Crop Science 43: 1358-1366.

**Appelquist, L.A. and Ohlsen, R. 1972.** Rapeseed. Pub.Elsevier.com. Amsterdam London new York. 394p.

**Canola Council of Canada. 2002.** Drought stress. [on line] Available: http:// www. Canola council.org.

**Champolivier, I. and Merrien, A. 1996.** Effects of water stress applied at different growth stages to *Brassica napus* L. Var. Oleifera on yield , yield components and seed quality. European Journal of Agronomy 5(3/4): 153-160.

**Debaeke, P. and Abdellah, A. 2004.** Adaptation of crop management to water-limited environments. European Journal of Agronomy 21: 433-446.

**Desclaux, D. and Roumet, P. 1996.** Impact of drought stress on the phenology of two soybean (*Glycine max* L. Merr) cultivars. Field Crops Research 46: 61-70.

**Donald, C.M. and Hamblin, J. 1976.** The biological yield and harvest under of cereal as agronomic and plant breeding criteria. Advances in Agronomy 28: 361-405.

**Eberhart, S.A. and Russel, W.A. 1996.** Stability parameters for comparing varieties. Crop Science 6: 36-40.

**Fernandez, G.C.J. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. *In*: Proceedings of the International symposium on adaptation of vegetables and other food crop in temperature and water stress. Taiwan. Pp: 257-270.

**Food and Agriculture Organization (FAO). 2009.** Crop production statistics, http:// www.fao.org/docrep/010/ah864e/ah864e00.htm**.**

**Jensen, C.R., Morgensen, V.O., Mortensen, G. and Fieldsend, J.K. 1996.** Seed glucosinate, oil and protein Contents of field grown rape (*Brassica napus* L.) effected by soil drying and evaporative demand. Field Crops Research 47: 93-105.

**Kimber, D.S. and McGregor, D.I. 1995.** Brassica OilSeeds: Production and Utilization. CAB International.

**Koochaki, A.R., Yazdansepas, A. and Nikkhah, H.R. 2006.** Effect of terminal drought on grain yield and some morphological traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Iran. Journal Crop Science 8(1): 14-29.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]

**Malhi, S. and Gill, K.S. 2004.** Placement, rate and source of N, seed row spacing and seeding depth effects on canola production. Canadian Journal of Plant Science 84: 719-729.

**Mingeau, M. 1974.** Comportement du cloza de printemps la Sechersse. Information Technology Cetiom. 36: 1-11.

**Robertson, M.J. and Holland, J.F. 2004.** Production risk of canola in semiarid subtropics of Anstralia. Australian Journal of Agricultural Research 55: 525-538.

**Sinaki, J.M., Majidi Heravan, E., Shirani Rad, A.H. Noormohamadi, G. and Zarei, G. 2007.** The effects of water deficit during growth stages of canola (*B. napus* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science 2(4): 417-424.

**Singh, M., Patidor, M. and Singh, B. 2001.** Response of Indian mustard cultivars to different sowing time. Indian Journal of Agronomy 46: 292-295.

**Styszko, L. 1990.** Influence of environmental and cultivation factors on value of seed potatoes. Hodow. La. Roslin- I-nasiennic. Poland. 1: 3-9.

**Thurling, N. 1974.** Morphological determinates of yield in rapeseed (*Brassica compestris* & *napus*). I. Growth and morphological characters. Australian Journal of Agricultural Research 25: 697-710.

**Tommy, A.M. and Evans, E.J. 1992.** Analysis of post-flowering compensatory growth in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science Cambridge 118: 301-308.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-26 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1392.5.19.6.5 ]