# اثر تنش آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن ارقام کلزا

سید علی طباطبایی*[۱]، عباس قاسمی[۲] و احسان شاکری[۳]

۱) عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد.
۲و۳) کارشناس ارشد زراعت.

*نویسنده مسئول مکاتبات: s_a_tabatabaei11@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۰/۱۸

## چکیده

**به منظور بررسی اثر قطع آبیاری بر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد و کیفیت روغن سه رقم کلزا، آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در اقلید به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. فاکتور اصلی شامل تنش آبی در سه سطح (۱) تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی، ۲) تنش آبی در مرحله‌ی غلاف‌دهی و ۳) شاهد و فاکتور فرعی شامل سه رقم کلزا (طلایه، اکاپی و لیکورد) بود. صفاتی از قبیل طول دوره‌ی گل‌دهی، طول دوره‌ی غلاف‌دهی، زمان کاشت تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، ارتفاع پایین‌ترین غلاف، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد روغن، عملکرد روغن، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد اعمال تنش آبی باعث کاهش معنی‌دار تمامی صفات مورد بررسی گردید. رقم نیز اثر معنی‌داری بر تمامی صفات مورد بررسی (به استثنای شاخص برداشت) داشت. در مجموع رقم اکاپی در شرایط بدون تنش خشکی بیش‌ترین عملکرد دانه (۶۸۸۰kg/ha) را داشت و با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار با تیمار تنش آبی در مرحله‌ی غلاف‌دهی (۶۷۰۰kg/ha) این رقم به عنوان رقم متحمل به تنش خشکی و رقم لیکورد نیز به واسطه داشتن مقادیر پایین اکثر صفات در شرایط تنش خشکی به عنوان رقم حساس در برابر تنش خشکی ارزیابی شدند.**

**واژه‌های کلیدی**: کلزا، تنش آبی، رقم، درصد روغن.

Archive of SID

www.SID.ir

**مقدمه**

تنش خشکی از عمده‌ترین چالش‌ها برای تولید موفق محصولات زراعی است و از این نظر اصلاح ارقام پیشرفته و مقاوم برای مناطق خشک و نیمه خشک امری ضروری به نظر می‌رسد (صفوی و همکاران، ۱۳۹۰). در واقع تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده‌ی رشد وعملکرد گیاهان زراعی است که ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Reddy *et al*, 2004). طی دوره‌ی گل‌دهی و پر شدن دانه، تنش خشکی می‌تواند سبب توقف گل‌دهی شده و در نتیجه تشکیل دانه، درصد روغن و عملکرد دانه کاهش یابد (Johnson *et al*, 2002). کلزا (*Brassica napus* L.) دومین منبع مهم تولید روغن خوراکی بعد از سویا در جهان می‌باشد ( نعیمی و همکاران، ۱۳۸۷). این گیاه با ۴۰ تا ۴۴ درصد روغن، گیاه روغنی مناسبی در تناوب با غلات محسوب می‌شود (Carmody, 2001). همچنین به دلیل کارایی بالای مصرف آب و تحمل خشکی و تا حدی تحمل به شوری (Nielson, 1997) در زراعت مناطق خشک جایگاه ویژه‌ای دارد ( Albarak, 2006). به طور کلی ارقامی که برای عملکرد بالا در شرایط عادی (بدون تنش) انتخاب شده‌اند، ممکن است در شرایط تنش عملکرد زیادی نداشته باشند (صفوی و همکاران، ۱۳۹۰). بنابراین بیش‌تر محققین گزینش ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و بدون تنش را توصیه می‌کنند (پورداد و همکاران،۱۳۸۸). تأثیر تنش خشکی بر عملکرد کلزا تابعی از ژنوتیپ، شدت و طول مدت تنش، شرایط آب و هوایی و مراحل رشد و نمو می‌باشد (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۳). کلزا در مراحل جوانه‌زنی، گل‌دهی و رشد غلاف‌ها به خشکی حساس است. آبیاری در این مراحل باعث افزایش تعداد غلاف در متر مربع می‌شود (Sinaki *et al*, 2007). نتایج بررسی‌های انجام شده توسطMa و همکاران (۲۰۰۶) نشان می‌دهد که مصادف شدن مرحله زایشی گیاه با تنش خشکی، موجب کاهش اکثر صفات وابسته به عملکرد در کلزا نظیر تعداد غلاف در گیاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف می‌گردد که کاهش عملکرد دانه، عمدتاً از طریق کاهش تعداد غلاف و تعداد دانه درغلاف می‌باشد. بر اساس مطالعه Thomas (۲۰۰۲) کمبود آب خاک در طول مراحل رسیدگی و گل‌دهی باعث کاهش بیش‌تر عملکرد دانه می‌شود که به علت پژمردگی سریع و مرگ برگ‌ها می‌باشد. از طرف دیگر تنش خشکی باعث کاهش در شاخه‌دهی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، اندازه دانه و تعداد دانه‌ها در غلاف می‌گردد. با توجه به اهمیت گیاه کلزا به عنوان یک گیاه روغنی ارزشمند و همچنین نظر به اینکه حاصل‌خیزی خاک و مدیریت مزرعه جهت دستیابی به عملکرد قابل قبول به شدت به مسأله تأمین آب بستگی دارد، هدف از پروژه‌ی حاضر نیز بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر صفات کمی و کیفی ارقام کلزا و همچنین شناسایی بهترین رقم بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

**مواد و روش‌ها**

این آزمایش در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه‌ای با مشخصات جغرافیایی ۵۳ درجه طول شرقی و ۳۰ درجه عرض شمالی و ارتفاع ۲۳۰۰ متر از سطح دریا و با متوسط بارندگی بلندمدت ۳۲۰ میلی‌متر، انجام گرفت. خاک محل آزمایش از نوع لومی-رسی، با EC برابر ۰/۵۶۸ دسی زیمنس بر متر و اسیدیته معادل ۷/۵ بود. آزمایش به صورت اسپیلت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، انجام شد. عامل اصلی شامل تنش آبی در ۳ سطح (۱) تنش آبی در مرحله غلاف‌دهی ۲) تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی و ۳) شاهد بدون تنش آبی) و عامل فرعی شامل سه رقم کلزای پاییزه (طلایه، اکاپی و لیکورد) در نظر گرفته شده بود. هر کرت آزمایشی از ۸ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله‌ی ردیف ۳۰ سانتی‌متر تشکیل شده بود. کاشت در دو طرف پشته‌های ۶۰ سانتی‌متری انجام گردید. فاصله بین کرت‌ها، ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها، ۱۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج آزمون خاک قبل از کاشت، ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات آمونیوم و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم، به طور یک‌نواخت در مزرعه پخش و سپس به کمک دیسک با خاک مخلوط گردید. همچنین مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، نیتروژن خالص از منبع اوره، به صورت سرک در سه مرحله از رشد رویشی (مرحله ۴)۲ برگی، شروع ساقه‌دهی و شروع گل‌دهی) به زمین داده شد. کلیه‌ی بذرها قبل از کاشت با قارچ‌کش بنومیل ضدعفونی گردیدند. سپس کاشت در تاریخ ۱۵ شهریور انجام پذیرفت. در طول دوران رشد و نمو عملیات مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت صورت گرفت که این آبیاری مبنای تاریخ کاشت قرار گرفت. آبیاری‌ها تا مرحله‌ی دو تا سه برگی هر چهار روز یک‌بار و پس از آن بر اساس نیاز گیاه، درجه حرارت و شرایط جوی هر ۷ تا ۱۲ روز یک‌بار انجام گردید. برای مبارزه با شته مومی کلزا از سم متاسیستوکس‌آر به میزان ۲ لیتر در هکتار در دو مرحله‌ی شروع ساقه‌دهی و شروع گل‌دهی استفاده گردید. با توجه به نوع خاک مزرعه که لومی-رسی می‌باشد، مقدار FC برابر با ۳۷٪ وPWP برابر با ۱۸٪ می‌باشد. مقدار آب قابل دسترس که از تفاضل FC و PWP به دست می‌آید برابر با ۱۹٪ درصد شد. لذا برای هر متر عمق خاک، آب سهل‌الوصول ۱۰۴/۵ میلی‌متر بود. چون عمق توسعه ریشه کلزا ۱/۵ متر می‌باشد، آب قابل ذخیره در این لایه برابر با ۱۵۶/۷۵ بود:

RAW = ۱۰۴/۵ × ۱/۵ = ۱۵۶/۷۵ mm (برای ۱/۵ متر عمق خاک)

دور آبیاری طبق فرمول زیر محاسبه شد:

دور آبیاری = RAW / ET

آبیاری به صورت معمول هر ۷ روز یک بار انجام می‌پذیرد. در مراحل تنش هر تیمار یک مرحله آبیاری حذف شده و دوره آبیاری در آن مرحله ۱۴ روزه خواهد شد. ولی تا پایان برداشت محصول نحوه‌ی آبیاری بعد از اعمال تنش به همان صورت

Archive of SID

www.SID.ir

قبل انجام می‌پذیرد. برای اندازه‌گیری مقدار آب وارد شده به داخل هر کرت از پارشال فلوم با عرض گلوی ۱۵ سانتی‌متری استفاده شد (تشکری،۱۳۸۴). به منظور تعیین صفاتی نظیر ارتفاع بوته، ارتفاع تا پایین‌ترین غلاف، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، ۱۰ بوته به طور تصادفی از هر واحد آزمایشی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفت. به منظور تعیین وزن هزاردانه، پس از جدا نمودن دانه از غلاف، با استفاده از دستگاه شمارشگر، ۱۰۰۰ عدد بذر شمارش و با ترازوی دقیق آزمایشگاه توزین شد. به منظور تعیین عملکرد دانه، بوته‌های موجود در سطحی معادل سه مترمربع از هر واحد آزمایشی در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک برداشت شد. دانه‌های برداشت شده‌ی هر واحد آزمایشی به طور جداگانه با ترازوی دقیق توزین شدند و به این ترتیب عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. جهت اندازه‌گیری درصد روغن دانه از روش سوکسله استفاده شد. برای اندازه‌گیری پروتئین از دستگاه کجلدال (مدل تکاتور ۱۰۳۰) استفاده گردید. محاسبات آماری و رسم شکلها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS، MSTATC و Excel انجام شد. جهت مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵٪ و ۱٪ استفاده گردید.

**نتایج و بحث**

نتایج نشان داد اثر تنش آبی و رقم تأثیر بسیار معنی‌داری ($P<0.01$) بر طول دوره‌ی گل‌دهی داشت (جدول ۱). به طوری که تیمار تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی، با ۳۶ روز، کم‌ترین و تیمار شاهد با ۴۳روز، بیش‌ترین طول دوره‌ی گل‌دهی را دارا بودند (جدول۲). رقم اکاپی بیش‌ترین (۴۲ روز) و رقم لیکورد کم‌ترین (۳۸ روز) طول دوره‌ی گل‌دهی را دارا بودند (جدول ۲). اثر تنش آبی و رقم بر طول دوره‌ی غلاف‌دهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود (جدول ۱). تیمار کم آبیاری در مرحله‌ی گل‌دهی کم‌ترین (۳۷ روز) و تیمار شاهد بیش‌ترین (۴۲ روز) طول دوره‌ی غلاف‌دهی را دارا بودند (جدول ۲). رقم اکاپی بیش‌ترین و رقم لیکورد کم‌ترین طول دوره‌ی غلاف‌دهی را دارا بودند (جدول ۲). رقم اکاپی به دلیل طولانی‌تر بودن مرحله‌ی گل‌دهی از دوره‌ی غلاف‌دهی طولانی‌تری نیز برخوردار بود. نتایج بیان‌گر آن است که طول دوره کاشت تا رسیدگی فیزیولوژیک تحت تأثیر تیمار تنش آبی و رقم قرار گرفت (جدول ۱). اثر تنش آبی و رقم بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین تیمارها نشان داد که تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی باعث کاهش ارتفاع بوته گردید و رقم اکاپی نسبت به سایر ارقام از ارتفاع بوته بیش‌تری (۱۶۴سانتیمتر) برخوردار بود (جدول ۲). نتایج بیان‌گر آن است که اثر تنش آبی و رقم بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد ($P<0.01$) معنی‌دار است (جدول ۱). رقم اکاپی در تیمار شاهد و رقم لیکورد در تیمار تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی، به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد غلاف در بوته را تولید کردند. اثر ساده تنش آبی و رقم بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار است (جدول ۱). تیمار شاهد بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف (۲۰/۶)، و تیمار تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی کم‌ترین تعداد دانه در غلاف را تولید کرد (جدول ۲). رقم اکاپی بیش‌ترین (۲۰/۹) ورقم لیکورد

Archive of SID

www.SID.ir

کم‌ترین (۱۸/۸) تعداد دانه در غلاف (۱۸/۶) را داشتند (جدول ۲). اثر تنش آبی و رقم برای صفت ارتفاع تا پایین‌ترین غلاف معنی-دار بود (جدول ۱). تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی کم‌ترین (۵۸سانتیمتر) و شاهد، بیش‌ترین (۶۹سانتیمتر) ارتفاع تا پایین‌ترین غلاف را دارا بود (جدول ۲). نتایج تجزیه‌ی واریانس نشان داد اثر ساده‌ی تنش آبی و رقم بر وزن هزاردانه معنی‌دار شد (جدول ۳). بیش‌ترین وزن هزار دانه (۴/۸۷ گرم) در تیمار شاهد و کم‌ترین آن در تیمار تنش آبی در مرحله غلاف‌دهی (۴/۰۱گرم) به دست آمد.

**جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ارقام کلزا تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | طول دوره‌ی گل‌دهی | طول دوره غلاف‌دهی | زمان کاشت تا رسیدگی | ارتفاع بوته | تعداد غلاف در بوته | تعداد دانه در غلاف | ارتفاع پایین‌ترین غلاف |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۰/۱۱ ns | ۰/۷۸ ns | ۱/۹۳ ns | ۱۱۲ * | ۳۰ ns | ۱/۷۸ * | ۴۰/۵ ns |
| تنش آبی (a) | ۲ | ۱۰۴ ** | ۴۵/۸ ** | ۳۹/۶ ** | ۶۱۱ ** | ۶۴۶۵ ** | ۹/۰۰ ** | ۳۲۸/۵ * |
| خطای اصلی | ۴ | ۰/۴۴ | ۱/۰۶ | ۰/۴۳ | ۱۷/۴ | ۲۹ | ۰/۲۸ | ۲۷/۱۵ |
| رقم (b) | ۲ | ۴۲/۳ ** | ۳۴/۸ ** | ۳۱/۶ ** | ۸۷۳ ** | ۵۸۸ ** | ۱۲/۱۱ ** | ۱۳۲/۲ ** |
| a×b | ۴ | ۰/۳۳ ns | ۲/۲۲ ns | ۲/۲۶ * | ۱۱/۳ ns | ۵۳ ns | ۰/۶۱ * | ۲/۰۹ ns |
| خطای فرعی | ۱۲ | ۰/۴۰ | ۱/۰۱ | ۰/۲۶ | ۱۹/۱ | ۲۸ | ۰/۱۳۹ | ۱۰/۵۹ |

ns,*,** به ترتیب : غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

همچنین رقم اکاپی بیش‌ترین (۴/۹۳گرم) و رقم لیکورد (۴/۳۰گرم) کم‌ترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۴). نتایج نشان داد اثر تنش آبی و رقم بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی کم‌ترین (۳۷۳۹kg/ha) و شاهد بیش‌ترین (۵۸۶۰kg/ha) عملکرد دانه را داشت (جدول ۴). رقم اکاپی و رقم لیکورد به ترتیب بیش‌ترین (۵۸۰۷kg/ha) و کم‌ترین (۴۲۵۷kg/ha) عملکرد دانه را تولید کردند (جدول ۴). رقم اکاپی در تیمار شاهد، بیش‌ترین و رقم لیکورد در تیمار تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی دارای کم‌ترین عملکرد دانه بودند (شکل ۲). شاخص برداشت فقط تحت تأثیر تنش آبی قرار گرفت و اثر رقم بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۳). تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی کم‌ترین (۳۵٪) و تیمار شاهد (۳۸٪)، بیش‌ترین شاخص برداشت را داشتند (جدول ۴). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش آبی و رقم در سطح احتمال ۱٪ بر درصد روغن معنی‌دار است (جدول ۳). بیش‌ترین درصد روغن ( ۴۱/۲) در تیمار تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی و تیمار شاهد (۳۵/۷ ) کم‌ترین درصد روغن را داشت (جدول ۴). رقم اکاپی بالاترین (۴۱/۴۱) و رقم طلایه پایین‌ترین (۳۶/۴) درصد روغن را داشتند (جدول ۴). نتایج بیان‌گر آن است که اثر تنش آبی و رقم در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد روغن معنی‌دار شد (جدول ۳). تیمارشاهد، بیش‌ترین (۲۰۹۸) و تنش آبی در مرحله‌ی گل‌دهی کم‌ترین (۱۵۴۴) عملکرد روغن را داشت (جدول ۴). رقم اکاپی

Archive of SID

www.SID.ir

بیش‌ترین (۲۳۶۸) و رقم لیکورد با وجود درصد روغن بالاتر، به علت عملکرد پایین دانه، عملکرد روغن پایین‌تری (۱۷۰۶) تولید کرد (جدول ۴). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تنش آبی و رقم بر درصد پروتئین معنی‌دار بود (جدول ۳). تنش خشکی در مرحله‌ی گل‌دهی، درصد پروتئین را افزایش داد (جدول ۴). رقم طلایه بالاترین (۲۷/۷) و ارقام اکاپی پایین‌ترین (۲۳/۹) درصد پروتئین را داشتند (جدول ۴). نتایج حاکی از آن است که اثر تنش آبی و رقم بر عملکرد پروتئین معنی‌دار شد (جدول ۳).

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول۲: مقایسه میانگین‌های اثرات تنش آبی و رقم بر صفات مورد بررسی**

| | طول دوره‌ی گل‌دهی (روز) | طول دوره غلاف‌دهی (روز) | زمان کاشت تا رسیدگی (روز) | ارتفاع بوته (سانتیمتر) | تعداد غلاف در بوته | تعداد دانه در غلاف | ارتفاع پایین‌ترین غلاف (سانتیمتر) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **تنش آبی:** | | | | | | | |
| **گل‌دهی** | ۳۶ c | ۳۷c | ۲۸۱c | ۱۴۵b | ۵۹c | ۱۸/۶ c | ۵۸b |
| **غلاف‌دهی** | ۴۱b | ۳۹b | ۲۸۲b | ۱۵۸a | ۸۱b | ۱۹/۶b | ۶۷a |
| **شاهد** | ۴۳ a | ۴۲a | ۲۸۵a | ۱۶۰a | ۱۱۲a | ۲۰/۶a | ۶۹a |
| **رقم:** | | | | | | | |
| **طلایه** | ۴۰b | ۳۹b | ۲۸۳a | ۱۵۳ b | ۸۲b | ۱۹/۰b | ۶۵b |
| **اکاپی** | ۴۲a | ۴۲a | ۲۸۱b | ۱۶۴a | ۹۲a | ۲۰/۹a | ۶۸a |
| **لیکورد** | ۳۸c | ۳۷c | ۲۸۴a | ۱۴۵ c | ۷۶c | ۱۸/۸b | ۶۱c |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

**جدول۳: تجزیه‌ی واریانس صفات مورد بررسی ارقام کلزا تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | وزن هزاردانه | عملکرد دانه | شاخص برداشت | درصد روغن | عملکرد روغن | درصد پروتئین | عملکرد پروتئین |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۰/۰۹۱$^{ns}$ | ۹۲۴۲۶$^{ns}$ | ۲۱/۱$^{ns}$ | ۶/۶$^{ns}$ | ۲۲۷۹۳$^{*}$ | ۰/۶۴$^{ns}$ | ۴۴۱۶$^{ns}$ |
| تنش آبی (a) | ۲ | ۲/۲۰$^{*}$ | ۱۱۰۶۰۶۷۸$^{**}$ | ۴۱/۳$^{*}$ | ۸۸/۷$^{**}$ | ۱۱۳۱۷۹۹$^{**}$ | ۹۷/۳$^{**}$ | ۱۵۹۹۸۱۴$^{**}$ |
| خطای اصلی | ۴ | ۰/۱۴۱ | ۲۲۳۷۳ | ۵/۹۴ | ۱/۵۱ | ۶۲۵۴ | ۱/۲۰ | ۲۶۶۸ |
| رقم (b) | ۲ | ۰/۹۳۶$^{**}$ | ۵۴۶۳۳۹۱$^{**}$ | ۱۴/۷$^{ns}$ | ۵۶/۴$^{**}$ | ۱۱۹۷۲۳۶$^{**}$ | ۴۰/۸$^{**}$ | ۳۴۴۸۱۵$^{**}$ |
| a×b | ۴ | ۰/۰۱۹$^{ns}$ | ۸۰۹۶۵$^{ns}$ | ۴/۰۹$^{ns}$ | ۰/۸۶$^{*}$ | ۱۹۶۹۷$^{*}$ | ۱/۱۰$^{ns}$ | ۸۰۶۸$^{*}$ |
| خطای فرعی | ۱۲ | ۰/۰۵۱ | ۱۷۸۴۸ | ۴/۳۶ | ۰/۸۹ | ۶۰۰۹ | ۱/۱۱ | ۱۰۶۴ |

ns,*,** به ترتیب : غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

**جدول۴: مقایسه‌ی میانگین‌های اثرات تنش آبی و رقم بر صفات مورد بررسی**

| تنش آبی: | وزن هزاردانه (gr) | عملکرد دانه (kg/ha) | شاخص برداشت (٪) | درصد روغن | عملکرد روغن (kg/ha) | درصد پروتئین | عملکرد پروتئین (kg/ha) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| گل‌دهی | ۴/۸۷a | ۳۷۳۹c | ۳۵b | ۳۵/۷b | ۱۵۴۴ c | ۲۹/۱a | ۱۰۸۸c |
| غلاف‌دهی | ۴/۰۱b | ۵۳۶۱b | ۳۷a | ۴۱/۰a | ۲۲۰۴ a | ۲۳/۹b | ۱۲۷۷b |
| شاهد | ۴/۷۰a | ۵۸۶۰a | ۳۸a | ۴۱/۲a | ۲۰۹۸b | ۲۲/۹b | ۱۳۴۱ a |
| رقم: | | | | | | | |
| طلایه | ۴/۵۱b | ۴۸۹۵b | ۳۶a | ۳۶/۴b | ۱۷۷۱b | ۲۷/۷a | ۱۳۷۴a |
| اکاپی | ۴/۹۳a | ۵۸۰۷a | ۳۸a | ۴۱/۱a | ۲۳۶۸a | ۲۳/۹b | ۱۴۰۸a |
| لیکورد | ۴/۳۰b | ۴۲۵۷c | ۳۶a | ۴۰/۴a | ۱۷۰۶b | ۲۴/۳b | ۱۰۵۳b |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

بیش‌ترین عملکرد پروتئین (۱۴۰۸) مربوط به رقم اکاپی و کم‌ترین عملکرد پروتئین (۱۰۵۳) مربوط به رقم لیکورد بود (جدول ۴). گل‌دهی حیاتی‌ترین مرحله‌ای است که عملکرد کلزا را تحت تأثیر قرار می‌دهد و در طول این دوره، گیاه زراعی به شدت به تنش‌های محیطی حساس می‌باشد. رقم اکاپی به دلیل زودرس‌تر بودن و نیاز حرارتی و نوری پایین در مقایسه با ارقام دیگر زودتر وارد فاز زایشی شد و مرحله‌ی گل‌دهی با عوامل محیطی مناسبی برخورد کرد، که همین امر منجر به طولانی‌تر شدن دوره‌ی گل‌دهی شد. تنش خشکی از طریق کاهش فشار تورژسانس باعث کاهش رشد و ارتفاع گیاه خواهد شد. به دلیل اینکه رشد سلول‌ها در ابتدا با پتانسیل در ارتباط است، کاهش فشار تورژسانس روی تقسیم سلولی و طویل شدن سلول درگیاهان حساس به تنش اثر می‌گذارد (Lewitt, 1980). تنش خشکی می‌تواند از یک یا چند فعالیت فیزیولوژیکی نظیر تعرق، فتوسنتز، طویل شدن بافت و اندام و فعالیت‌های آنزیمی سلول ممانعت نموده و یا حتی باعث توقف آن شود که در نتیجه کاهش طول دوره تولید غلاف و همچنین دوره کاشت تا رسیدگی را در پی خواهد داشت. تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر تعداد غلاف در گیاه پیش از این توسط دانشمندان زیادی گزارش شده است (دانشمند و همکاران،۱۳۸۷) و (فنایی و همکاران، ۱۳۸۸). تشکیل و رشد غلاف به تداوم فراهمی مواد پرورده وابسته است و هرگونه تنشی که فراهمی مواد پرورده را کاهش دهد منجر به کاهش عملکرد از طریق افزایش سقط گلچه، بذر و خورجین می‌شود (Dipenbrock, 2000). دوره‌ی گل‌دهی و مراحل اولیه‌ی نمو غلاف یعنی زمان تعیین تعداد غلاف‌ها و دانه از نظر نیاز آبی، به عنوان مراحل بحرانی مشخص شده‌اند، با تأمین آب کافی در این مراحل، تعداد غلاف درواحد سطح و تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد (پاسبان اسلام و همکاران، ۱۳۸۰)، (Sinaki *et al*, 2007).

فنایی و همکاران (۱۳۸۸) نیز بیان نمودند که آبیاری کلزا قبل از گل‌دهی در مرحله‌ی رویشی باعث طولانی شدن دوره‌ی گل‌دهی و افزایش تعداد غلاف‌ها می‌شود که دلیل این موضوع می‌تواند وجود سطح برگ بیش‌تر در دوره‌ی گل‌دهی و عرضه‌ی بیش‌تر مواد فتوسنتزی باشد. با افزایش ارتفاع گیاه، فاصله تا پایین‌ترین غلاف افزایش می‌یابد که خود صفتی مطلوب برای برداشت مکانیزه کلزا با کمباین محسوب می‌شود. اثر معنی‌دار تنش خشکی و تنش آبی بر وزن هزاردانه با نتایج (Gunasekera et al, 2006)، (Iqubal et al, 2008) و فنایی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت دارد. به طورکلی وزن دانه تابعی از سرعت و طول دوره پر شدن آن است که از دو منبع فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای در گیاه تأمین می‌شود که به نظر می‌رسد در تیمارهای قطع آبیاری، این مؤلفه‌ها از سرعت و مدت کم‌تری نسبت به شرایط عدم تنش برخوردار بودند (Sinaki *et al*, 2007). در بررسی حاضر نیز، دلیل کاهش وزن هزار دانه در شرایط تنش آبی می‌تواند به این دلیل باشد که وقوع تنش موجب کاهش جذب آب و املاح و در نتیجه، کاهش فتوسنتز برگ و تولید شیره‌ی پرورده گردیده است. کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در اثر تنش خشکی و همچنین اختلاف معنی‌دار آن در بین ارقام مختلف پیش از این توسط دانشمندان زیادی گزارش شده است(Albarak, 2006)، (Sinaki *et al*, 2007)، (پاسبان اسلام و همکاران، ۱۳۸۰)، (دانشمند و همکاران، ۱۳۸۷) و

Archive of SID

www.SID.ir

(فنایی و همکاران، ۲۰۰۹). کاهش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط کمبود آب به واسطه‌ی کاهش اجزای عملکرد نظیر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه نسبت به شرایط عدم تنش مشهود است (جداول ۲ و ۴). افزایش سقط جنین و کاهش تعداد بذر و غلاف به واسطه‌ی کاهش فراهمی مواد پرورده از دلایل مهم کاهش عملکرد دانه درشرایط تنش رطوبتی ذکر گردیده است (Dipenbrock, 2000). در واقع خشکی به طور غیر مستقیم، میزان مواد فتوسنتزی صادر شده از برگ‌ها را کاهش می‌دهد، زیرا انتقال شیره از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشار است که در طی تنش کم آبی پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش و کاهش در پتانسیل آماس (تورگر) نیز از انتقال مواد فتوسنتزی و در نهایت از مقدار آسیمیلات ذخیره‌ای می‌کاهد که این امر آسیب‌پذیری تشکیل دانه را در شرایط کم آبی افزایش می‌دهد (کافی و همکاران، ۱۳۷۹). از دلایل مهم اختلاف معنی‌دار عملکرد دانه در بین ارقام مورد بررسی نیز می‌توان به توانایی آن‌ها در استفاده از امکانات محیطی از جمله مواد غذایی خاک و همچنین تطابق آن‌ها با شرایط محیطی مانند نور و دمای محیط اشاره نمود. کاهش شاخص برداشت در اثر تنش خشکی با نتایج (Singh *et al*, 1991)، (Walton *et al*, 1999) و فنایی و همکاران (۱۳۸۸) هم‌خوانی دارد که همین محققین دلیل این امر را ناشی از تشکیل ضعیف غلاف می‌دانند. به نظر می‌رسد که محدودیت رطوبتی ایجاد شده در شرایط آزمایش به گونه‌ای بوده که رشد اندام رویشی و عملکرد دانه را به یک نسبت تحت تأثیر قرار داده است. شاخص برداشت تا حد زیادی به قابلیت گیاه در تبدیل و اختصاص ماده‌ی خشک به اندام اقتصادی دانه مرتبط می‌باشد (فنایی و همکاران، ۱۳۸۸) که از این نظر ارقام مورد مطالعه نسبت به یکدیگر برتری نداشتند. کاهش درصد روغن در اثر تنش خشکی با نتایجی که پیش از این توسط (Jensen *et al*, 1996) و (Sinaki *et al*, 2007) گزارش شده است، مطابقت دارد. در واقع مقدار روغن در اثر آبیاری کامل و شرایط بدون تنش تا زمان رسیدگی، یعنی مرحله‌ای که حداکثر تجمع روغن رخ می‌دهد، افزایش می‌یابد که با اعمال شرایط تنش‌زا این امر با مشکل مواجه خواهد شد (Sinaki *et al*, 2007). پاسبان اسلام و همکاران (۱۳۸۰) نیز بیان نمودند که در بین ارقام اختلاف معنی‌داری از نظر درصد روغن وجود دارد. بنا به گزارش عزیزی و همکاران (۱۳۷۹) نیز تنش آب، تأثیر عمده‌ای روی کیفیت دانه ندارد، ولی تنش در مرحله‌ی گل‌دهی باعث کاهش محتوای روغن دانه می‌گردد. اثر تنش خشکی و رقم بر عملکرد روغن نیز معنی‌دار بود. در واقع دو صفت عملکرد دانه و روغن تغییرات مشابهی را تحت تأثیر تیمارها از خود نشان می‌دهند به دلیل اینکه عملکرد روغن از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن حاصل می‌شود و در این تحقیق درصد روغن تحت تأثیر تیمارهای مختلف قرار گرفته است. با اعمال تنش خشکی در مرحله‌ی گل‌دهی درصد پروتئین افزایش معنی‌داری یافت.

Robertson و همکاران (۲۰۰۴) نیز نتایج مشابهی را در خصوص افزایش درصد پروتئین به دلیل افزایش درجه حرارت و تنش خشکی در زمان پر شدن دانه گزارش نموده‌اند. از دلایل دیگر افزایش درصد پروتئین نیز می‌توان به رقابت با مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

روغن بر سر اشغال فضای دانه اشاره نمود (Uzun et al, 2008). عملکرد پروتئین از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین حاصل می‌شود و در این تحقیق تیمار شاهد و رقم اکاپی دارای بیش‌ترین عملکرد دانه بودند که در نتیجه همین تیمارها دارای بیش‌ترین عملکرد پروتئین نیز می‌باشند.

**نتیجه‌گیری**

در مجموع، با توجه به نتایج به دست آمده، رقم اکاپی چه در تیمار شاهد و چه در شرایط تنش دارای بیش‌ترین عملکرد دانه (۵۸۰۷kg/ha) و روغن (۲۳۶۸kg/ha) است و به عنوان رقم برتر در این تحقیق محسوب شده و قابل توصیه برای مناطق خشک می‌باشد. بروز تنش خشکی در مرحله‌ی گل‌دهی باعث افت شدید عملکرد دانه گردید. در روش قطع آبیاری (وارد کردن تنش‌های آبی مناسب) با کاهش آب مصرفی و تعیین حد بهینه‌ی آن، به ظاهر ممکن است عملکرد در واحد سطح کاهش یابد، اما با تأمین آب در مواقع بحرانی و کاهش هزینه‌های استحصال، انتقال و توزیع آب سود خالص بیش‌تری عاید خواهد شد.

**منابع**

- **پاسبان اسلام، ب. م.ر.، شکیبا، م.ر.، نیشابوری، م.، مقدم، و. و احمدی، م. ر.، ۱۳۸۰.** اثرات تنش کمبود آب بر ویژگی‌های کمی و کیفی کلزا. مجله دانش کشاورزی. جلد۱۳، شماره ۱. ۸۵)۷۵.

- **پورداد، س.س.، علیزاده، ک.، عزیزی نژاد، ر.، شریعتی، ا.، اسکندری، م.، خیاوی، م. و نباتی، ا.، ۱۳۸۷.** مطالعه مقاومت به خشکی در گلزنگ بهاره (*Carthamus tinctorus* L.) در مناطق مختلف. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی.شماره ۴۵. ۴۱۵)۴۰۳.

- **تشکری، ع. ۱۳۸۴.** آب برای کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر، انتشارات مبعث. ۴۲۷ صفحه.

- **دانشمند، ع.ا.، شیرانی راد، ا. م.، نورمحمدی، ق.، زارعی، ق. و دانشیان، ج.، ۱۳۸۷.** تأثیر تنش کمبود آب و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات فیزیولوژیک دو رقم کلزا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی.جلد ۱۵، شماره ۲.

- **صفوی، ا. ا.، پورداد، س. س. و جمشید مقدم، م.، ۱۳۹۰.** شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در آفتابگردان (*Helianthus annus* L.). مجله به نژادی نهال و بذر. جلد ۱، شماره ۲. ۱۴۸-۱۲۹.

- **عزیزی، م.، راشد محصل، م. ح.، کوچکی، ع.، رحیمیان، ا. و احمدی، م.ر.، ۱۳۷۹.** تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و کود پتاسیم بر ویژگی‌های زراعی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سویا. پایان نامه دکتری. دانشگاه فردوسی مشهد. ۸۵ صفحه.

Archive of SID

www.SID.ir

- **عزیزی، م. ا.، سلطانی، و. وخاوری خراسانی، س.، ۱۳۸۳.** کلزا، فیزیولوژی، زراعت، به نژادی و تکنولوژی زیستی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۲۰ صفحه.

- **کافی، م.، زند، ا.، کامکار، ب.، شریفی، ح.ر. و گلدانی، م.، ۱۳۷۹.** فیزیولوژی گیاهی (ترجمه).انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. جلد دوم.۳۷۹ صفحه.

- **فنایی، ح. ر.، گلوی، م.، کافی، م.، قنبری بنجار، ا. و شیرانی راد، ا.ح.، ۱۳۸۸.** اثر مصرف کود پتاسیم و میزان آب آبیاری بر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در دو گونه کلزا (*Brassica napus* L.) و خردل هندی (*Brassica juncea* L.). مجله علوم زراعی ایران. جلد ۱۱، شماره ۳. ۲۸۹-۲۷۱.

- **نعیمی، م.، اکبری، غ.ع.، شیرانی راد، ا. م.، مدرس ثانوی، س. ع.م.، س.، سادات نوری، س. ا. و جباری، ح.، ۱۳۸۷.** ارزیابی تحمل به خشکی در ارقام مختلف کلزا بر اساس شاخص‌های ارزیابی تنش در انتهای فصل رشد. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۱، شماره۳. ۹۸-۸۳.

**- Albarrak, K.h. M., 2006.** Irrigation Interval and nitrogen level effects on growth and yield of Canola (*Brassica napus* L.). Sci. J. King Faisal University. 7: 87-99.

**- Carmody, O., 2001.** Why grow canola in the central grain belt. Bulliten 4492, Agricultural Western Australia, South perth,Australia

**- Diepenbrock,W., 2000.**Yield analysis of winter oilseed rape. Field Crops Res. 67: 35)49

**- Gunasekera, C. P., Martin, L. D., Siddique, K. H. M., and Walton, G. H., 2006.**Genotype by environment interactions of Indian mustard (*B. Juncea* L.) and canola (*B. napus* L.) in Mediterranean-type environments: II. Oil and protein concentrations in seed. European Journal of Agronomy 25: 13)21.

**- Iqubal, M., Akhtar, N., Zafar, S. and Ali, I., 2008.** Genotypes responses for yield and seed oil quality brassica species under semi-arid environmental conditions. South African J. of Bot. 74:567-571

**- Jensen, C. R., Mogensen, V. O., fieldsen, J. K. and Thage, J. H., 1996.** Seed glucosinolate, oil and protein contents of field-grown rape (*Brassica napus* L.) affected by soil drying and evaporative demand. Field Crops Res. 47: 93)105.

**- Johnson, A. M., Tanaka, D. L., Miller, P. R., Brandt, S. A., Nielsen, D. C., Lafond, G. P. and Riveland, N. R., 2002.** Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. Agron. J., 94: 231)240.

Archive of SID

www.SID.ir

- **Levitt, J., 1980.** Response of plant to environmental stresses. Crop. Improv. Stress. 2:103)146.

- **Ma, Q., Niknam, S.R., and Turner, D.W., 2006.** Responses of osmotic adjustment and seed yield of *Brassica napus* and *B.juncea* to soil water deficit at different growth stages. Aust. J. Agr. Res. 57 (2): 221)226.

- **Nielson, D. C., 1997.** Water use and yield of canola under dry land conditions in the central great plains. J. Agr. Prod. 10 (2):307-313.

- **Reddy, A. R., Chaitanya, K. V. and Vivekanandanb, M., 2004.** Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. J. Plant Physiol. 161: 1189–1202.

- **Robertson, M. J., Holland, J. F. and Bambach, R., 2004.** Response of canola and Indian mustard to sowing date in the grain belt of north-eastern Australia. Aust. J. Exptl. Agri., 44 (1): 43)52.

- **Sinaki, J., Majidi Heravan, M. E., Shirani Rad, A. H., Noormohammadi, G.H., and Zarei, G.H., 2007.** The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2:417- 422.

- **Singh, P. K., Mishra, A. K. and Imtiyaz, M., 1991**. Moisture stress and the water use efficiency of mustard. Agric.Water Manage. 20: 245–253.

- **Thomas, P., 2002.** Effect of moisture on plant growth. The growers' manual.

- **Uzun, B., Arslan, C., Furat, S., 2008.** Variation in Fatty Acid Compositions, Oil Content and Oil Yield in a Germplasm Collection of Sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal Am Oil Chemistery Soc, 85:1135–1142.

- **Walton, G., Mendham, N., Robertson, M. and Potter, T., 1999.** Phenology, Physiology and Agronomy.10th International Rapeseed Congress. Canaberra. Australia.

Archive of SID

www.SID.ir