

## تأثیر تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پیشرفته کلزا در منطقه اصفهان

فیروزه فیاض\*، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی اراک  
محمدرضا نادری درباغشاهی، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان  
امیرحسین شیرانی راد، عضو هیات علمی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

### چکیده

تأثیر تنش کم آبی بر شش رقم کلزای پاییزه در یک آزمایش مزرعه ای بر اساس طرح آماری کرت های یک بار خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی کبوتر آباد اصفهان انجام گرفت. تیمار های مورد مطالعه شامل قطع آبیاری در سه سطح، آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی به عنوان تیمار شاهد، قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد روی شش رقم کلزای پاییزه در نظر گرفته شد. نتایج نشان دادند که قطع آبیاری در مرحله گلدهی به بعد کاهش معنی داری در اجزای عملکرد، عملکرد دانه را تحت تأثیر نامطلوب خود قرار داد به طوری که تعداد خورجین در بوته از ۷۹/۲ به ۵۰/۱، تعداد دانه در خورجین از ۵۰/۸ به ۴۰/۸، وزن هزاردانه از ۴/۵ به ۳/۹ گرم و عملکرد دانه از ۳۱۳۱ به ۲۵۸۴ کیلوگرم در هکتار کاهش نشان دادند. درصد روغن دانه نیز تحت تأثیر این تیمار کاهش معنی دار از ۴۸/۵ به ۴۶/۶ درصد نشان داد. در بین ارقام نیز از لحاظ صفات مذکور اختلاف معنی دار وجود داشت. رقم زرفام در رژیم های مختلف آبیاری بالاترین عملکرد دانه و روغن دانه را به خود اختصاص داد و رقم SLMO46 در رتبه بعدی قرار گرفت. با توجه به پتانسیل بالای ارقام مذکور در تولید روغن در شرایط تنش، قابلیت آنها برای بهره گیری در مطالعات آینده و تولید در شرایط تنش خشکی مشخص می شود.

واژه های کلیدی: کلزا، تنش خشکی، عملکرد و اجزای عملکرد، روغن دانه

## مقدمه

کلزا پس از سویا از نظر تولید روغن، دومین گیاه روغنی یک ساله جهان است که به خاطر روغن خوراکی آن کشت می شود (۵). روغن دانه این گیاه به خاطر وجود اسیدهای چرب اشباع نشده و فاقد کلسترول از کیفیت تغذیه بالایی برخوردار است. از طرفی میزان پروتئین کنجاله ارقام اصلاح شده به ۳۹ درصد می رسد که در تغذیه دام کاربرد دارد (۱۴). تحقیقات ادمید و همکاران (۱۹۹۴) نشان داد که متوسط افت عملکرد سالیانه به واسطه خشکی در جهان ۱۷ درصد بوده که تا بیش از ۷۰ درصد در هر سال می تواند افزایش یابد. تسفاماریام (۲۰۰۴) در آزمایشی جهت مدیریت آب آبیاری کلزا به این نتیجه رسید که تیمار تنش خشکی در طول مرحله گلدهی به علت حساسیت این مرحله از رشد و تقاضای بیشتر گیاه به آب، بسیار بحرانی می باشد. بر اساس مطالعه توماس (۲۰۰۲)، کمبود آب خاک در طول مراحل رسیدگی و گلدهی باعث کاهش بیشتر عملکرد دانه می شود که به علت پژمردگی سریع و مرگ برگ ها می باشد از طرف دیگر تنش خشکی باعث کاهش در شاخه دهی، تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، اندازه دانه و تعداد دانه ها در خورجین می گردد. تجدید آبیاری بعد از تنش خشکی در طول مراحل گلدهی یا رسیدگی به تأخیر افتاده و همبستگی قوی بین مصرف آب و عملکرد دانه را نشان می دهد. نیلسون (۱۹۹۷) تاثیر تنش خشکی را در سال های ۱۹۹۳ و ۱۹۹۴ بررسی کرد و پایین ترین عملکرد کلزا را در سال اول در طول مرحله پر شدن دانه به دلیل کاهش تعداد شاخه ها در گیاه و تعداد خورجین در شاخه و دانه های کمتر و در سال دوم در طول مرحله گلدهی به علت کاهش تعداد شاخه ها در گیاه معرفی کرد.

در بررسی اثر همزمان دما و تنش رطوبتی توسط ماری و همکاران (۱۹۹۹) وزن متوسط دانه، به مقدار و طول دوره رشد دانه و نیز به تعداد دانه در گیاه وابسته بود. وزن دانه در دمای بالا و نیز در دمای پایین تحت شرایط تنش رطوبتی کاهش یافت. در آزمایش اثر کود نیتروژن و آبیاری بر کلزا توسط محسن آبادی و همکاران (۱۳۸۰) افزایش بازدهی عملکرد دانه بر اثر آبیاری اغلب ناشی از افزایش تعداد خورجین و وزن دانه اعلام شد. کجدی (۱۹۹۴) تغییرات درصد روغن و عملکرد روغن دانه و نیز ارتباط بین درصد روغن و پروتئین را در ۲۱ رقم تحت شرایط آبیاری و بدون آبیاری مورد بررسی قرار داد و نتیجه گیری نمود که میانگین عملکرد دانه و عملکرد روغن در اثر آبیاری افزایش می یابد.

ناصری (۱۳۷۰) جذب آب در زمان گلدهی و در زمان پر شدن خورجین ها، بازدهی یا میزان روغن دانه را در اکثر دانه های روغنی مؤثر گزارش نمود. با توجه به این که وقوع خشکی در اکثر مناطق زراعی کشور اغلب با مراحل گل دهی و پر شدن دانه ها در کلزا مصادف می گردد، بنابراین مطالعه اثرات تنش خشکی بر ویژگی های کیفی و عملکرد دانه، از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

## مواد و روش ها

تأثیر تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پیشرفته کلزا در منطقه اصفهان در سال ۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقاتی کبوتر آباد بررسی شد. این مزرعه تحقیقاتی بر اساس مشخصات اقلیمی کوپن برای ایران، دارای آب و هوایی گرم و خشک با زمستان های سرد می باشد. متوسط بارندگی و درجه حرارت سالیانه منطقه به ترتیب ۱۲۰ میلی متر و ۱۶ درجه سانتی گراد است. خاک منطقه مورد نظر با ۱۰ درصد شن، ۴۸/۵ درصد سیلت و ۴۲/۳ درصد رس، دارای بافت رسی سیلتی، اسیدیته ۷/۵ در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر است. حاصلخیزی خاک از طریق مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیوم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاس تأمین شد و پس از آن طرح اجرا گردید.

این تحقیق به صورت طرح کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. تیمار های آبیاری شامل آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A، به عنوان تیمار شاهد و قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد در کرت اصلی و ارقام در شش سطح شامل Licord, Okapi, Orient, Opera, Zarfam و SLMO46 در کرت فرعی قرار گرفتند. هر کرت آزمایشی شامل هشت خط ۵ متری با فاصله خطوط ۳۰ سانتی متر و تراکم بوته ۸۰ بوته در متر مربع بود که دو خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و شش ردیف میانی آن برای تعیین کلیه صفات استفاده شدند. کاشت در تاریخ ۱۵ مهر ماه انجام شد و تیمارهای آبیاری طبق نقشه طرح اعمال گردید. کود سرک اوره به میزان ۵۰ کیلوگرم طی دو مرحله در بیست و هشتم بهمن ماه و بیست و سوم فروردین ماه در کنار بوته ها توزیع شد. در اواسط اسفند ماه به منظور ایجاد تراکم مناسب، تنک کردن گیاهان انجام گردید. تنها آفت مشاهده شده در طول دوره آزمایش شته مومی کلم بود که در اوایل بهار در بعضی از قسمت های مزرعه مشاهده گردید که نواحی آلوده با سم اکاتین به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار کنترل شد. همچنین در همین زمان برای مبارزه با علف های هرز باریک برگ از علف کش سوپرگلانت به میزان ۷۵۰ میلی لیتر در هکتار استفاده به عمل آمد. در طی دوره رویش یاد داشت برداری از مراحل مختلف رشد انجام شد.

برای اندازه گیری صفاتی نظیر تعداد خورجین در ۱۰ بوته از هر کرت آزمایشی در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی به طور تصادفی انتخاب و پس از میانگین ها، صفت نام برده تعیین گردید. برای تعیین تعداد دانه در خورجین، تعداد ۲۰ عدد خورجین از ساقه اصلی ۱۰ بوته را که در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی به طور تصادفی انتخاب شده بودند، در نظر گرفته و میانگین، صفت مورد نظر اندازه گیری شد. برای اندازه گیری همین صفات در شاخه فرعی، ۳۰ عدد خورجین از شاخه فرعی همان بوته ها انتخاب کرده و میانگین، صفت تعداد دانه در خورجین محاسبه گردید. میانگین مجموع این دو صفت

به عنوان تعداد دانه در خورجین در نظر گرفته شد. بوته های برداشت شده از هر کرت آزمایشی توسط خرمن کوب جداسازی و عملکرد دانه در هر کرت آزمایشی مشخص شد. به منظور تعیین وزن هزار دانه، هشت نمونه ۱۰۰ تایی از دانه های برداشت شده به طور تصادفی انتخاب و پس از توزین، میانگین آنها در عدد ۱۰ ضرب گردید و وزن هزار دانه محاسبه شد. درصد روغن نمونه ها با استفاده از دستگاه NMR در آزمایشگاه تجزیه کیفی بخش دانه های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تعیین گردید.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات (جدول ۱)، نشان داد که کلیه صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای آبیاری و رقم قرار گرفتند. اثر متقابل آبیاری و رقم به جز وزن هزار دانه برای سایر صفات معنی دار شد. اثرات ساده آبیاری و رقم و همچنین اثر متقابل آنها از لحاظ تعداد خورجین در بوته در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). تیمار آبیاری معمول (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله ی گلدهی به بعد، به ترتیب بیشترین (۷۹/۱۹) و کمترین (۵۰/۱۴) تعداد خورجین در بوته را داشتند (جدول ۲). نتایج نشان داد که به طور معمول تنش خشکی در مرحله گلدهی به دلیل عرضه کمتر مواد فتوسنتزی در اثر تنش در این دوران باعث ریزش گل و خورجین های در حال رشد می گردد. علت کاهش تعداد خورجین در بوته در پی اعمال تنش رطوبتی را می توان کاهش در تعداد گل هایی که در آخر به خورجین تبدیل می شود دانست. مقایسه میانگین ارقام مورد بررسی نشان داد که بیشترین و تعداد خورجین در بوته از رقم Zarfam به دست آمدند (جدول ۲). ماری و همکاران (۱۹۹۹) گزارش دادند که تعداد خورجین در متر مربع به طور مشابه با عملکرد در دمای بالا یا در شرایط تنش رطوبتی تحت تأثیر واقع شد. تلفات خورجین در تعداد شاخه هایی که تقریباً در اواخر گلدهی تشکیل شدند، بیشتر بودند. آخرین خورجین های تشکیل شده با افزایش دما و کاهش آب سقط شدند. اثر متقابل آنها نشان داد که رقم SLMO46 در تیمار آبیاری معمول (شاهد)، بیشترین تعداد خورجین در بوته را تولید کرد اما در تیمارهای آبیاری اعمال شده، کاهش معنی داری از لحاظ این صفت مشاهده شد (جدول ۳).

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد اثر سوء کمتری بر تعداد خورجین در بوته نسبت به قطع آبیاری از مرحله گلدهی داشت که مربوط به پژمردگی و مرگ بیشتر برگ ها در این مرحله بود که در نتیجه به کاهش شاخه دهی و تولید گل های بارور انجامید. سایریت و همکاران (۱۹۸۷) گزارش کردند که دیواره ی خورجین در حال رشد با دانه های در حال توسعه، برای جذب مواد فتوسنتزی به شدت رقابت می کنند که در زمان افزایش تنش های محیطی این رقابت بیشتر شده و منجر به کاهش عملکرد دانه کلزا از طریق ریزش ورجین ها می گردد. اثر آبیاری بر

تعداد دانه در خورجین در سطح ۵ درصد و اثر رقم در سطح ۱ درصد معنی دار گردید. در حالی که اثر متقابل آنها از لحاظ تعداد دانه در خورجین در سطح ۵ درصد معنی دار شد (جدول ۱). نتایج نشان داد که تیمار آبیاری معمول (شاهد)، بیشترین (۵۰/۸۱) و قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، کمترین (۴۰/۸۲) تعداد دانه در خورجین را دارا بودند (جدول ۲). دلیل کاهش تعداد دانه در خورجین را تحت شرایط تنش خشکی می توان به کاهش تعداد گل هایی که به دانه تبدیل شدند مرتبط دانست. زیرا علاوه بر کاهش فتوسنتز تحت شرایط تنش، پتانسیل آب که منجر به ایجاد فشار هیدروستاتیکی می شود و برای حرکت مواد فتوسنتزی لازم است نیز کاهش می یابد. در این شرایط تخصیص آسیمیلات به دانه ها کاهش یافته و تعدادی از دانه ها سقط می شوند. مقایسه میانگین ها نشان دادند که رقم Zarfam، بیشترین و رقم Opera، کمترین تعداد دانه در خورجین را دارا است. در ضمن رقم SLMO46، با رقم Zarfam در یک گروه آماری قرار گرفتند. همچنین ارقام Licord و Orient بدون اختلاف معنی دار با یکدیگر در یک گروه آماری بودند (جدول ۲). دانشمند و همکاران (۱۳۸۱) در ارزیابی اثر تنش خشکی بر عملکرد و میزان کلروفیل در کلزا در مرحله ساقه دهی در ۹ رقم نشان داد که کاهش میانگین عملکرد دانه ارقام کلزا ۱۶ درصد بود که این امر ناشی از کاهش بیشتر تعداد دانه در خورجین (۱۱/۳ درصد) و وزن هزار دانه (۸/۲۴ درصد) بود. مقایسه میانگین اثر متقابل آنها از لحاظ صفت مذکور نشان داد که رقم SLMO46 در تیمار آبیاری معمول (شاهد)، تعداد دانه در خورجین بیشتری را نسبت به سایر ارقام داشت به طوری که به جز با رقم Zarfam با سایر ارقام نیز اختلاف معنی داری از لحاظ این صفت مشاهده گردید. اما تحت قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد این رقم ضمن کاهش این صفت، با رقم Okapi نیز اختلافی از نظر تعداد دانه در خورجین نداشت (جدول ۳).

تنش های محیطی از طریق ایجاد محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه ها، تعداد دانه در خورجین را تحت تأثیر قرار می دهد. افزایش تولید کربوهیدرات ها، تنها زمانی در ازدیاد عملکرد مؤثر است که یک منبع مصرف کننده مورد نیاز از هیدرات های کربن مازاد استفاده کند. عواملی تنش زایی که در اوایل فصل رشد گیاه رخ می دهند به طور عمده بر تعداد دانه اثر می گذارند، در حالی که اندازه ی دانه، تحت تأثیر عواملی که بعد از گرده افشانی عمل می کنند، قرار می گیرد (۱۵). مندهام و همکاران (۱۹۸۴) نشان دادند که بین تجمع ماده ی خشک در گیاه و تعداد دانه در خورجین ارتباط نزدیکی وجود دارد و هرچه میزان تجمع ماده ی خشک در گیاه بیشتر باشد، تعداد دانه در خورجین و پر شدن آنها بهتر صورت می گیرد (۱۴). کلارک و سیمپسون (۱۹۷۸) در یک محیط پر باران نشان دادند که آبیاری گونه کلزا تعداد خورجین را در اثر طولانی شدن مرحله گلدهی، افزایش می دهد و نیز تعداد دانه در خورجین در اثر وجود سطح برگ بالاتر در زمان گلدهی افزایش پیدا می کند. مندهام و سالیسبری (۱۹۹۵) گزارش کردند که آبیاری تکمیلی یا طولانی کردن مرحله گلدهی در کلزا، باعث

افزایش تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین می گردد به طوری که علت آن را در سطح برگ بالاتر در طول این مرحله از رشد دانستند. همچنین تنش در مراحل ابتدایی این دوره، موجب کاهش معنی دار در تعداد خورجین در بوته می گردد. در حالی که با اعمال تنش در اواخر این مرحله، کاهش در تعداد دانه در خورجین مشاهده می شود.

جدول ۱: تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن

دانه کلزا

میانگین مربعات						درجه آزادی	منبع تغییرات
عملکرد روغن	درصد روغن دانه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته		
۵۲۸۵/۰۱ <sup>ns</sup>	۶/۲۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۵ <sup>ns</sup>	۵۲۸۵/۰۱۹ <sup>ns</sup>	۱۰۹/۲۹۶*	۲۸۵/۴۳۹*	۲	تکرار
۴۷۱/۴۳۰*	۱۸/۱۳۳*	۱/۶۶۵*	۱۳/۰۱۹**	۴۷۱/۴۳۰*	۳۸۲۰/۸۳۳**	۲	آبیاری
۱۰/۲۶۷	۱/۰۸۰	۰/۱۱۸	۴۷۶۸۲/۸۵۲	۱۰/۲۶۷	۱۹/۰۳۱	۴	اشتباه
۱۵۰۳/۸۴۳*	۱۱/۷۱۴*	۱/۱۱۱**	۲۵۲۲۷۳۷/۰۴۱**	۱۵۰۳/۸۴۳**	۲۰۸۷/۶۰۵**	۵	رقم
۲۳/۱۰۸*	۰/۱۰۴	۰/۰۲۵	۳۲۳۱۷/۲۴۱**	۲۳/۱۰۸*	۱۴۹/۰۳۴**	۱۰	آبیاری × رقم
۱۱/۰۹۷	۱/۶۲۴	۰/۰۶۵	۵۸۷۴/۹۷۴	۱۱/۰۹۷	۱۲/۱۵۳	۳۰	اشتباه
۵/۸۲	۴/۶۷	۶/۱۷	۴/۷۰	۷/۱۷	۵/۴۵		ضریب تغییرات (%)

\* و \*\* به ترتیب بیانگر اختلاف معنی دار در سطوح آماری ۵ و ۱ درصد، ns عدم وجود اختلاف معنی دار

بر اساس جدول ۱، اثر آبیاری و رقم بر وزن هزار دانه به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد معنی دار بود. در حالی که اثر متقابل آنها بر این صفت تأثیر نداشت. آبیاری معمول (شاهد)، بیشترین (۴/۴۸۶ گرم) و قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، کمترین (۳/۹۱۹ گرم) وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد، با قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲). دلیل کاهش وزن هزار دانه به دنبال تنش خشکی، کاهش جذب آب و املاح توسط گیاه و به دنبال آن کاهش ساخت و انتقال مواد فتوسنتزی و آسیمیلات به دانه ها می باشد. مقایسه میانگین ارقام مورد آزمون نشان داد که رقم Zarfam، بیشترین و رقم Okapi، کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند. قابل ذکر است که رقم SLMO46 بدون اختلاف معنی دار با رقم Zarfam از لحاظ وزن هزار دانه بود و سایر ارقام در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۲).

خوش نظر و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی تحمل به تنش خشکی ارقام کلزا در منطقه قزوین گزارش کردند که انجام آبیاری بعد از ۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A، بیشترین میزان عملکرد دانه، عملکرد روغن و وزن هزار دانه را به همراه داشت و با افزایش دور آبیاری به میزان ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A، از میزان آنها به طور معنی داری کاسته شد. مقایسه میانگین اثر متقابل آنها نشان داد که رقم Zarfam در تیمار آبیاری معمول (شاهد)، بیشترین وزن هزار دانه را دارا بود البته با سایر ارقام به جزء رقم Okapi در یک گروه آماری قرار گرفت.

جدول ۲: میانگین تعداد خورجین در بوته، دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و درصد و عملکرد روغن دانه

تیمار	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه	وزن هزار دانه gr	عملکرد دانه kg.ha <sup>-1</sup>	روغن دانه %	عملکرد روغن kg.ha <sup>-1</sup>
آبیاری شاهد	۷۹/۱۹a	۵۰/۸۱a	۴/۴۸۶a	۳۱۳۱a	۴۸/۵۴a	۱۵۲۰a
قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد	۵۰/۱۴c	۴۰/۸۲c	۳/۹۱۹b	۲۵۸۴c	۴۶/۶۱b	۱۲۳۵c
قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه	۶۲/۷۰b	۴۷/۷۶b	۴/۱۱b	۲۸۱۲b	۴۸/۰۶a	۱۳۵۵b
Opera	۴۶/۸۷e	۲۸/۹۷a	۴/۲۲۲bc	۲۱۰۰f	۴۵/۵۸b	۹۶۴/۵e
Licord	۵۳/۵۳d	۳۹/۱۲c	۳/۹۸۳c	۲۶۰۶d	۴۸/۰۴a	۱۲۵۲d
SLMO46	۷۷/۷۱b	۵۹/۸۰a	۴/۴۰۰ab	۳۳۳۴b	۴۸/۵۷a	۱۶۳۲b
Okapi	۶۳/۰۰c	۵۲/۸۵b	۳/۵۸۳d	۳۰۰۵c	۴۸/۳۱a	۱۴۶۳c
Orient	۵۶/۳۹d	۳۷/۹۷c	۴/۰۵۶c	۲۵۱۸e	۴۷/۴۰a	۱۲۰۲d
Zarfam	۸۶/۵۸a	۶۰/۰۶a	۴/۵۸۹a	۳۴۹۱a	۴۸/۵۳a	۱۷۰۶a

اعداد هر ستون که در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند.

اما در شرایط قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد، این رقم تنها با ارقام SLMO46 و Opera از نظر وزن هزار دانه اختلافی نداشت (جدول ۳). به نظر می رسد که به طور عمده تنش رطوبتی در مرحله ی گلدهی و در زمان پر شدن دانه ها از طریق کاهش جذب آب و املاح توسط گیاه و به دنبال آن کاهش تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه ها می تواند باعث کاهش وزن هزار دانه شود. همچنین وزن هزار دانه تابع ساختار ژنتیکی رقم هم می تواند باشد. از طرفی گیاه کاهش سهم هر دانه از مواد فتوسنتزی را از طریق کاهش تعداد دانه در خورجین بیشتر از کاهش وزن دانه جبران می کند. به این ترتیب وزن هر دانه کمتر از تعداد دانه تحت تأثیر تنش خشکی قرار می گیرد. در بررسی اثر دما و تنش رطوبتی توسط ماری و همکاران (۱۹۹۹) این نتیجه به دست آمد که وزن متوسط دانه، به مقدار و طول دوره ی رشد دانه و نیز به تعداد دانه در گیاه وابسته بود. در دماهای بالا و پایین وزن دانه تحت شرایط تنش رطوبتی کاهش یافت. در مطالعه اندرسن و همکاران (۱۹۹۶) در بررسی اثرات خشکی بر رشد

کلزای پاییزه، عملکرد دانه و تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در هر خورجین به طور معنی داری تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافت، در حالی که وزن دانه فقط در تیمار خشکی اعمال شده در مرحله گلدهی از خود کاهش نشان داد. در آزمایش اثر کود نیتروژن و آبیاری بر کلزا توسط محسن آبادی و همکاران (۱۳۸۰) افزایش بازدهی عملکرد دانه بر اثر آبیاری ناشی از افزایش تعداد خورجین و وزن دانه اعلام شده است.

عملکرد دانه به طور معنی داری در سطح آماری ۱ درصد تحت تأثیر تیمارهای آبیاری، رقم و اثر متقابل آنها قرار گرفت (جدول ۱). به طوری که تیمار آبیاری معمول (شاهد) به میزان ۳۱۳۱ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد به میزان ۲۵۸۴ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). نتایج بیانگر آن است که تنش خشکی به صورت قطع آبیاری از زمان گلدهی به بعد، عملکرد کلزا را به میزان ۱۷/۵ درصد کاهش می دهد. ولی در قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد، با افزایش تعداد دفعات آبیاری نسبت به مرحله قبل، عملکرد دانه افزایش یافته است. نتایج بیانگر آن است که تیمارهای تنش کم آبی به هنگام گلدهی و پر شدن دانه ها به دلیل عرضه کمتر مواد فتوسنتزی در اثر تنش در این دوران باعث ریزش گل و خورجین های در حال رشد می گردد و نیز در دوره گلدهی لقاح و باروری به دلیل کمبود مواد فتوسنتزی به خوبی صورت نمی گیرد و باعث کاهش تعداد دانه در خورجین شده که این امر نیز سبب کاهش عملکرد دانه می گردد در ضمن تنش از طریق کاهش جذب آب و املاح توسط گیاه و به دنبال آن کاهش تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه ها می تواند باعث کاهش وزن هزار دانه شود. بنابراین با کاهش این اجزا، عملکرد دانه نیز کاهش می یابد. مقایسه میانگین عملکرد ارقام مورد آزمون نشان داد که رقم Zarfam با میانگین ۳۴۹۱ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و رقم Opera با میانگین ۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را داشتند. در ضمن کلیه ارقام از لحاظ عملکرد دانه با یکدیگر اختلاف معنی داری نشان دادند (جدول ۲).

بر اساس مطالعه توماس (۲۰۰۲)، کمبود آب خاک در طول مراحل رسیدن و گلدهی باعث کاهش بیشتر عملکرد دانه شد که این به علت پژمردگی سریع و مرگ برگ ها می باشد که باعث کاهش در شاخه دهی، تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، اندازه دانه و تعداد دانه ها در خورجین می گردد. تجدید آبیاری بعد از تنش خشکی در طول مراحل گلدهی تا رسیدن به تأخیر افتاده خورجین در مقایسه با تیمار شاهد همراه شد. مقایسه میانگین اثر متقابل آنها از لحاظ صفت مورد مطالعه مشخص می کند که رقم SLMO46 در تیمار آبیاری معمول (شاهد) با میانگین ۳۸۱۶ کیلوگرم در هکتار بالاترین، عملکرد دانه را داشت. همچنین رقم Licord و رقم Orient که از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی داری نداشتند، تحت قطع آبیاری از مرحله ی پر شدن دانه به بعد اختلاف معنی داری از خود نشان دادند (جدول ۴). نتایج تعیین کارایی مصرف پرویزی (۱۳۸۱) نشان داد که آبیاری در اوایل مرحله خورجین بندی

بیشترین کارایی مصرف آب را در پی داشته است. اعمال تنش خشکی در ۶ سطح توسط فنایی و همکاران (۱۳۸۲) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه به تیمار آبیاری در تمام مراحل رشد و تیمار آبیاری در تمام مراحل به جز مرحله ی روزت تعلق داشت و کمترین عملکرد به تیمار قطع آب در مراحل روزت، غنچه دهی و پر شدن دانه تعلق داشت. در مطالعات جنسن و همکاران (۱۹۹۴) بر تغییرات محتوای دانه ی کلزا در خاک های خشک و نیز در تحقیقات شاخص های فیزیولوژیک متحمل به خشکی کلزا توسط کامر و سینگ (۱۹۹۸) به طور کلی این نتیجه حاصل شد که تنش کمبود آب، عملکرد دانه در کلزا را به طور معنی داری کاهش می دهد. بررسی قوش و همکاران (۱۹۹۴) در عکس العمل کلزا به رژیم های مختلف رطوبتی نشان داد کمترین عملکرد دانه در تیمار بدون آبیاری و بیشترین میزان عملکرد از تیمار دو بار آبیاری، در زمان گلدهی و نیز در زمان تشکیل خورجین به دست آمد. اثرات آبیاری و رقم از لحاظ میزان روغن دانه در سطح ۵ درصد معنی دار شد. در حالی که اثر متقابل آبیاری و رقم از نظر صفت مذکور معنی دار نشد (جدول ۱). به طوری که تیمار آبیاری معمول (شاهد) با میانگین ۴۸/۵۴ درصد، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله ی گلدهی به بعد با میانگین ۴۸/۰۶ درصد، کمترین میزان روغن دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین قطع آبیاری از مرحله ی پر شدن به بعد، بدون اختلاف معنی دار در یک گروه آماری با قطع آبیاری از مرحله ی گلدهی به بعد قرار گرفت (جدول ۲). اثرات آبیاری و رقم بر عملکرد روغن دانه در سطح ۱ درصد معنی دار شد. همچنین اثر متقابل آن ها نیز از لحاظ عملکرد روغن دانه در سطح ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۱). به طوری که تیمار آبیاری معمول (شاهد) با میانگین ۱۵۲۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد با میانگین ۱۳۵۵ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد روغن را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). نتایج بیانگر آن است که تنش خشکی به صورت قطع آبیاری از زمان گلدهی به بعد، عملکرد روغن کلزا را به میزان ۱۰/۸ درصد کاهش می دهد. همچنین در شرایط ایجاد تنش خشکی و کاهش سطح برگ و محدود شدن فتوسنتز در نتیجه این تنش، تجمع ماده خشک در دانه ها کاهش می یابد و نیز از آن جا که کلزا یک گیاه روغنی است به دنبال کاهش تجمع ماده خشک میزان روغن دانه نیز تحت تأثیر تنش قرار گرفته و کاهش می یابد به این ترتیب عملکرد روغن دانه که حاصل دو صفت عملکرد روغن دانه و درصد روغن دانه می باشد و تنش کم آبی سبب کاهش هر دو صفت شده است، لذا عملکرد روغن دانه نیز با قطع آبیاری کاهش نشان داده است.

مقایسه میانگین عملکرد روغن در ارقام مورد آزمون نشان داد که رقم Zarfam با میانگین ۱۷۰۶ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و رقم Opera با میانگین ۹۶۴/۵ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد روغن را داشت. در ضمن بقیه ارقام با داشتن اختلاف معنی دار با یکدیگر در گروه های آماری مختلف قرار گرفتند (جدول ۲). تسفاماریام (۲۰۰۴) در آزمایش مدیریت آب آبیاری کلزا بالاترین درصد روغن را از تیمار

بدون تنش و به دنبال آن از تیمار تنش یافته در طول مرحله رویشی و پر شدن دانه و مرحله گلدهی استخراج کرد. این مطالعه نشان داد که محتوای روغن با افزایش قابلیت دسترسی به آب خاک افزایش می یابد. مقایسه میانگین اثر متقابل آنها مشخص می کند که رقم SLMO46 در تیمار آبیاری معمول (شاهد) با میانگین ۱۸۹۰ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد روغن را داشت و به جزء رقم Zarfam با سایر ارقام اختلاف معنی داری از لحاظ این صفت دارا بود اما تحت تیمار های آبیاری اعمال شده، این رقم علاوه بر داشتن کاهش معنی دار در این صفت با سایر ارقام نیز اختلاف معنی داری داشت. ارقام Licord و Orient تحت قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد بر خلاف آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله ی گلدهی به بعد، با یکدیگر اختلاف معنی داری نشان دادند (جدول ۴).

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و رقم بر روی برخی از صفات زراعی کلزا

تیمار	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (gr)
آبیاری معمول (شاهد)			
Opera	۷۲/۰۰ cd	۳۱/۱۲ h	۴/۶۱۷ abc
Licord	۶۵/۶۰ e	۴۰/۲۷ g	۴/۲۱۷ cdef
SLMO46	۹۴/۸۰ a	۶۸/۵۷ a	۴/۷۸۳ ab
Okapi	۸۵/۴۰ b	۶۰/۰۱ bc	۳/۸۵۰ fgh
Orient	۶۶/۴۳ de	۴۱/۲۴ fg	۴/۴۰۰ bcde
Zarfam	۹۰/۹۳ ab	۶۳/۶۳ ab	۵/۰۵۰ a
قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد			
Opera	۲۹/۹۳ i	۲۴/۹۹ i	۳/۹۳۳ efg
Licord	۴۳/۱۳ h	۳۴/۴۴ h	۳/۸۶۷ fgh
SLMO46	۶۳/۶۷ ef	۵۰/۷۴ de	۴/۲۰۰ cdef
Okapi	۴۲/۷۳ h	۴۶/۵۷ ef	۳/۴۶۷ gh
Orient	۴۴/۱۳ h	۳۲/۰۳ h	۳/۸۰۰ fgh
Zarfam	۷۷/۲۷ c	۵۶/۱۵ cd	۴/۲۵۰ cdef
قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد			
Opera	۳۸/۶۷ h	۳۰/۸۱ h	۴/۱۱۷ def
Licord	۵۱/۸۷ g	۴۲/۶۶ fg	۳/۸۶۷ fgh
SLMO46	۷۴/۶۷ c	۶۰/۱۰ bc	۴/۲۱۷ cdef
Okapi	۶۰/۸۷ ef	۵۱/۹۶ de	۳/۴۳۳ h
Orient	۵۸/۶۰ f	۴۰/۶۳ fg	۳/۹۶۷ ef
Zarfam	۹۱/۵۳ a	۶۰/۳۸ bc	۴/۶۱۷

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

شیرانی راد (۱۳۷۹) در بررسی اثر تنش آبی بر صفات زراعی ارقام کلزا، گزارش کرد که قطع آبیاری بعد از ۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A، در مقدار آب آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A، بالاترین و قطع آبیاری بعد از ۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A، در مقدار آب آبیاری به میزان ۶۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A، کمترین عملکرد روغن دانه را داشتند.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و رقم بر روی برخی از صفات زراعی کلزا

عملکرد دانه <sup>۱</sup> gr. ha <sup>-۱</sup>	روغن دانه %	عملکرد دانه <sup>۱</sup> kg. ha <sup>-۱</sup>	تیمار
آبیاری معمول ( شاهد )			
۱۰۶۲ h	۴۶/۱۶ de	۲۳۰۰ i	Opera
۱۳۴۲ ef	۴۸/۹۹ ab	۲۷۹۹ f	Licord
۱۸۹۰ a	۴۹/۵۴ a	۳۸۱۶ a	SLMO46
۱۶۵۹b	۴۹/۲۳ a	۳۳۶۹ c	Okapi
۱۳۲۲ f	۴۸/۲۵ abcd	۲۷۳۹ fg	Orient
۱۸۴۶a	۴۹/۰۸ ab	۳۷۶۲ a	Zarfam
قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد			
۸۶۳/۲ j	۴۴/۴۹ e	۱۸۹۷ k	Opera
۱۱۳۸ gh	۴۶/۶۹ bcde	۲۳۸۵ hi	Licord
۱۴۴۸ d	۴۷/۴۵ abcd	۲۹۸۹ e	SLMO46
۱۳۰۳ f	۴۷/۱۹ abcd	۲۷۰۱ fg	Okapi
۱۱۰۶ gh	۴۶/۳۰ cde	۲۳۴۰ i	Orient
۱۵۵۱ c	۴۷/۵۶ abcde	۳۱۹۲ d	Zarfam
قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد			
۹۶۸/۷ i	۴۶/۰۹ de	۲۱۰۲ j	Opera
۱۲۷۷ f	۴۸/۴۵ abcd	۲۶۳۵ g	Licord
۱۵۵۸ c	۴۸/۷۴ abc	۳۱۹۷ d	SLMO46
۱۴۲۸ de	۴۸/۵۱ abcd	۲۹۴۴ e	Okapi
۱۱۷۹ g	۴۷/۶۶ abcd	۲۴۷۵ h	Orient
۱۷۲۱ b	۴۸/۹۳ ab	۳۵۱۹ b	Zarfam

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار براساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد است.

کجدی (۱۹۹۴) تغییرات درصد روغن و عملکرد روغن دانه و نیز ارتباط بین درصد روغن و پروتئین را در رقم تحت شرایط آبیاری و بدون آبیاری مورد بررسی قرار داد و نتیجه گیری نمود که میانگین عملکرد دانه و عملکرد روغن در اثر آبیاری افزایش می یابد. دهشیری و همکاران (۱۳۷۹) در بررسی

عکس العمل ارقام به تنش آب گزارش کردند بیشترین میزان روغن تحت تیمار آبیاری مبتنی بر ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک و کمترین میزان روغن در تیمار آبیاری مبتنی بر ۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک به دست آمد.

## منابع

- ۱- پرویزی، ی. ۱۳۸۱. آبیاری بهینه و تعیین کارایی مصرف آب در کلزا. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳۸۱. مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر. کرج.
- ۲- خوش نظر پرشکوهی، ر. و شیرانی راد، الف. ح. ۱۳۸۱. بررسی تحمل به تنش خشکی ارقام کلزا در منطقه قزوین. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳۸۳. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
- ۳- دانشمند، ع. ر.، شیرانی راد، الف. ح.، درویش، ف. و اردکانی، م. ر. ۱۳۸۱. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و میزان کلروفیل ارقام کلزا. هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳۸۳. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
- ۴- شیرانی راد، ا. ح. ۱۳۷۹. بررسی اثر تنش کم آبی بر صفات زراعی ارقام کلزا. ششمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳۷۹. دانشگاه مازندران.
- ۵- عرشی، ی. ۱۳۷۲. آفتابگردان. (ترجمه). انتشارات اداره ی کل پنبه و دانه های روغنی ایران. ص ۶۸۹.
- ۶- فنایی، ح. ر. و کیخا. غ. ع. ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا در منطقه ی سیستان. هشتمین کنگره ی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳۸۳. دانشکده ی علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
- ۷- محسن آبادی، غ. ، خدابنده، ن.، عرشی، ی. و پیغمبری، ع. ۱۳۸۰. اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کلزای پاییزه. مجله ی علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۲. شماره ۴.
- ۸- ناصری، ف. ۱۳۷۰. دانه های روغنی. (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی. صفحه ۷۸۵.
- 9- Andersen, M. N., Heidman, T. and Plauborg, F. 1996. The effects of drought and nitrogen on light compensation growth and yield of winter oil seed raps. Acta. Agri. Scandinavica. 46(1):55-67.
- 10- Clarke, J. M. and G. M. Simpson. 1978. Influence of irrigation and seeding rates on yield and yield components of *Brassica napus* cv. Tower. Canadian J. Plant Sci. 58:731-737.
- 11- Edmeades, G. O., chafman, S.C., Bolonas, J., Banziger, M. and Lafitte, H.R. 1994. Recent evaluation of progress in selection for drought tolerance in tropical maize. Fourth Eastern and Southern African Regional Maize Conf. Herare. Zimbabwe.
- 12- Ghosh, R. K., Bandyopadhyay, P. and Mukhopadhyay, N. 1994. Performance of rapeseed-mustard cultivars under various moisture regimes on the gangetic plain of west Bengal Joournal of Agronomy and Crop Science. 173:1,5-10.
- 13- Jensen, C.R., V.O. Mogensen, J. K. Fieldsend, G. F. J. Milford, M. N. Andersen and J. H. Thage. 1996. Seed glucosinolate, oil protein contents of field-grown rape (*Brassica napus* L.) affected by drying and evaporative demand. Field Crops Res. 47:93-105.
- 14- Kajdi, F. 1994. Effect of irrigation on the Protein and oil content of rape seed Varieties. Acta Agronomica. 1994.36:12,44-50.
- 15- Kimber, D. S. and Mc Gregor, D.L. 1995. Brassica oilseed : Production and utilization CAB international.
- 16- Komar, A. and D. P. Singh. 1998. Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. Ann. Bot. 81:413-420.
- 17- Marie, A., Blondel, T. and Renard, M. 1999. Effect of temperature and water stress on fatty acid composition of rapeseed oil. Proceeding of the 10<sup>th</sup> International Rapeseed Congress , Canberra, Australia.
- 18- Marion Vaisey Genser. 1994. Canola oil sensory properties Canola council of Canada 6pp.
- 19- Mendham, N. J., J. Russel and G. G. Buzza. 1984. The contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. 103:303-316.

- 
- 20- Mendham, N. J., and Salisbury, P. A. 1995.** Physiology. Crop development. Growth and yield in: Kimbers D. and Mc Greagor. D. I eds. CAB international PP:11-67.
- 21- 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.
- 22- Sierts, H. P., Geisler, G., Leonard, J. and Diepenbrock, W. 1987.** Stability of yield components from winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop Sci. 158:107-113.
- 23- Tesfamariam, E. H. 2004.** Modeling the soil water balance of canola *Brassica napus* L. (Hyola 60). University of Pretoria (etd) .1-130.
- 24- Thomas, P. 2002.** Effect of moisture on plant growth. The growers' manual.

