

بررسی عکس العمل ارقام کلزای پاییزه به قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد

محمد رضا نادری درباغشاهی^{۱*}، حمید مدنی^۲، سید علی حسینی^۳ و حمیدرضا جوانمرد^۴

۱- استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان؛ mnaderi@khuif.ac.ir

۲- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک

۳- کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان

۴- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان اصفهان

چکیده

به منظور بررسی عکس العمل ارقام پاییزه کلزا به قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۵-۸۶ در ایستگاه تحقیقاتی کشاورزی اصفهان اجرا شد. این آزمایش به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل قطع آبیاری در هفت سطح (D۱) آبیاری معمول یا آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر از تحت کلاس A تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی به عنوان شاهد، D۲: قطع آبیاری از مراحل ساقه دهی به بعد، D۳: قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، D۴: قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، D۵: حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی، D۶: حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و خورجین دهی، D۷: حذف آبیاری در مراحل گلدهی و خورجین دهی) و فاکتور فرعی شامل چهار رقم پرمحصول کلزای پاییزه شامل ارقام اپرا، اکاپی، زرفام و مدنا بودند. نتایج حاصله نشان داد که اثر قطع آبیاری بر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. با توجه به نتایج بدست آمده در شرایط این آزمایش مشخص گردید که حساس ترین مراحل رشد گیاه کلزا به تنش خشکی، به ترتیب مراحل ساقه دهی، گلدهی و اوایل خورجین دهی بودند، بر اساس نتایج بدست آمده چنین استنباط می‌شود که باید از قطع آبیاری در مراحل ساقه دهی، گلدهی و اوایل خورجین دهی اجتناب کرد، از طرف دیگر قطع آبیاری در اواخر خورجین دهی جهت تولید عملکرد قابل قبول تحت شرایط کمبود آب مناسبتر می‌باشد. اثر رقم بر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، عملکرد دانه و عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود ولی این اثر بر ارتفاع بوته و میزان روغن دانه معنی دار نشد. به طور کلی رقم زرفام با کمترین وزن هزار دانه و بیشترین تعداد خورجین در بوته حداکثر عملکرد دانه را تولید نمود.

واژه های کلیدی: کلزای پاییزه، قطع آبیاری، عملکرد دانه، روغن دانه، عملکرد روغن، تنش خشکی .

مقدمه

روغن از مهمترین مواد غذایی مورد نیاز انسان و پروتئین نقش اساسی در تغذیه انسان دارند. کلزا یکی از گیاهان روغنی است که امروزه به دلیل گسترده‌گی می‌باشد و گیاهان روغنی به عنوان منبع تأمین کننده روغن

۱- آدرس نویسنده مسئول: اصفهان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت.

* دریافت: ۸۹/۴/۲۱ و پذیرش: ۸۹/۹/۱۷

کاهش رشد گیاه هم میزان منبع و هم ظرفیت مقصد کاهش یافته است. بنابراین کاهش تعداد دانه به دلیل کاهش تعداد خورجین در گیاه بوده است (Richards and Thurling, 1978). همچنین کاهش مقدار آب در مرحله گلدهی کلزا موجب کاهش معنی دار تعداد خورجین در بوته می شود و کاهش مقدار آب در مراحل بعدی سبب کاهش معنی داری در تعداد دانه در خورجین می شود. در گونه *B.napus* L. عملکرد بالا اغلب با تولید بیشتر خورجین در بوته یا واحد سطح همراه است (Allen and Morgan, 1975). خورجین ها در دوره گلدهی شکل می گیرند و ریزش آنها نیز از همین دوره شروع شده و در جریان رشد آنها نیز ادامه می یابد (Habekotte, 1993). بنابراین به نظر می رسد تنش خشکی در طول دوره مذکور با ایجاد محدودیت در فتوسنتز، نسبت تعداد خورجین واقعی به پتانسیل را کاهش می دهد. در این رابطه پازوکی (۱۳۷۹) نتیجه گرفت که با کوتاه تر شدن فواصل آبیاری وزن هزار دانه افزایش می یابد. عکس العمل ارقام کلزا نسبت به تنش خشکی متفاوت است به طوری که Wright و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که در جریان تنش شدید خشکی، وزن خشک خورجین ها در گونه *B.junceae* در مقایسه با گونه *B.napus* بسیار بیشتر بوده است. Kajdi and Pocsai (۱۹۹۳) در مطالعه ۲۱ کولتیوار نشان دادند که عملکرد دانه با افزایش تعداد دور آبیاری افزایش یافت و میزان افزایش در کولتیوارهایی با اسید اروسیک و گلوکوزینولات بالا نسبت به کولتیوارهایی با اسید اروسیک و گلوکوزینولات پایین، بیشتر بود. با توجه به مباحث فوق و این موضوع که یکی از مشکلات کشت کلزا در کشور محدودیت آب و همزمان بودن آبیاری محصولات بهاره با آبیاری کلزا پاییزه در برخی از مراحل رشد می باشد، این آزمایش با هدف مطالعه برخی از خصوصیات اکوفیزیولوژیکی در شرایط قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد گیاه کلزا، تعیین حساس ترین مرحله رشد کلزا نسبت به تنش خشکی و تأثیر آن بر عملکرد دانه، تعیین رقم مناسب برای حصول عملکرد زیادتر در

سازگاری، کشت آن در بسیاری از نقاط جهان صورت می گیرد و بیشترین کاربرد را در تأمین روغن خوراکی در اروپا و سایر نقاط جهان دارد (Wright et al., 1996). با توجه به حداقل مصرف سرانه روغن در ایران که حدود ۱۷ کیلوگرم است، سالیانه حدود ۱/۲ میلیون تن روغن مورد نیاز می باشد که حدود ۱۰ درصد تولید داخل و مابقی با صرف منابع ارزی زیاد از طریق واردات تأمین می شود. به این لحاظ لزوم برنامه ریزی بلند مدت و منسجم با هدف نیل به خودکفایی در تولید روغن خوراکی غیر قابل انکار خواهد بود. در این مورد کلزا به عنوان یکی از مهم ترین گیاهان روغنی برای کشت در شرایط آب و هوایی کشور مورد توجه قرار گرفته است. کمبود آب از مهمترین مشکلات برای تولید موفق محصولات کشاورزی کشور می باشد یکی از راه های حفاظت آب افزایش راندمان مصرف آب از منابع موجود و توزیع متناسب با نیاز به آن می باشد (کوچکی و سلیمانی، ۱۳۷۷). از آنجایی که کشور ایران جزء مناطق خشک جهان طبقه بندی می شود و با توجه به محدودیت آب، ضرورت استفاده بهینه از واحد حجم آب در تولید بیشتر محصولات زراعی باید در نظر گرفته شود. کلزا تا حدودی به خشکی مقاوم است. میزان مقاومت به تنش رطوبتی از اواخر دوره رشد طولی ساقه کاهش می یابد ولی پس از تکمیل دانه بندی و هنگامی که اکثر دانه ها رنگ سبز خود را از دست داده اند به تدریج افزایش می یابد (عاشوری، ۱۳۸۰). آبیاری از مرحله ساقه رفتن گیاه تا گلدهی از نظر سطح برگ بسیار مهم است و حساس ترین مرحله رشد و نمو کلزا به کمبود آب، مرحله گلدهی است و کمبود آب در این مرحله باعث افت شدید تعداد گل، تعداد خورجین، تعداد دانه، وزن هزار دانه و میزان روغن دانه می شود (Richards and Thurling, 1978). دوره گلدهی و مراحل اولیه نمو خورجین ها در کلزا، یعنی زمان تعیین تعداد خورجین و دانه از دیدگاه نیاز آبی، مراحل بحرانی به حساب می آیند. پیامد قطع آب در زمان گلدهی کاهش تعداد خورجین خواهد بود. از طرفی در زمانی که سرعت رشد می توانست حداکثر باشد، به دلیل

شرایط کمبود آب و بررسی اثر متقابل تنش و رقم در مراحل مختلف رشد کلزا پاییزه در منطقه اصفهان طرح و اجرا شد.

مواد و روش ها

برای ارزیابی تأثیر قطع آبیاری (تنش خشکی) در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای چهار رقم کلزای پاییزه، آزمایشی در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اصفهان واقع در جنوب شرقی شهرستان اصفهان (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی) با ارتفاع ۱۵۴۱ متر از سطح دریا انجام شد. اقلیم این منطقه از نظر تقسیم بندی کوپن گرم و خشک با زمستان‌های نیمه سرد می‌باشد. تغییرات جوی از مهرماه سال زراعی ۱۳۸۵ تا تیرماه ۱۳۸۶ در جدول (۱) ارائه شده است. خاک مزرعه دارای بافت سیلتی - لومی با ۲۰ پی پی ام فسفر قابل جذب و ۳۴۰ پی پی ام پتاسیم قابل جذب و هدایت الکتریکی ۴/۲ میلی موس بر سانتی متر و اسیدیته ۷/۸ در عمق ۰-۳۰ سانتی متر بود. این طرح به صورت کرت های یکبار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول تیمار قطع آبیاری در هفت سطح (D₁: آبیاری معمول یا آبیاری پس از ۸۰ میلی متر تبخیر از تشت کلاس A تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی به عنوان شاهد، D₂: قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد، D₃: قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، D₄: قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، D₅: حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی، D₆: حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و خورجین دهی، D₇: حذف آبیاری در مراحل گلدهی و خورجین دهی) و فاکتور فرعی شامل چهار رقم پرمحصول کلزای پاییزه (اکاپی، اپرا، مدنا و زرفام) بودند. زمین مورد نظر جهت اجرای این آزمایش در اوایل شهریورماه توسط گاو آهن برگرداندار شخم زده، پس از آن برای خرد کردن

کلوخه‌های خاک از دیسک و دندانه مورد استفاده قرار گرفت و براساس نتایج تجزیه خاک کسری عناصر غذایی خاک از طریق مصرف کودهای شیمیایی برطرف گردید. در هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به طور تصادفی با رعایت حاشیه انتخاب شد و صفات ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، میزان روغن دانه و عملکرد روغن دانه اندازه‌گیری شد. برای تجزیه واریانس کلیه داده‌های حاصله از نرم افزار آماری MSTAT-C استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد، همچنین برای محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات از نرم افزار Spss استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

اثر قطع آبیاری بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته توسط تیمار آبیاری معمول (شاهد) حاصل شد. تیمار قطع آبیاری از مرحله ساقه‌دهی به بعد در مقایسه با سایر تیمارها به طور معنی داری کمترین ارتفاع بوته را حاصل نمود ولی سایر تیمارهای قطع آبیاری از لحاظ این صفت تفاوت معنی داری نداشتند (جدول ۳). نتایج نشان می‌دهد که عمدتاً تیمار قطع آبیاری (تنش خشکی) در مراحل اولیه رشد تأثیر زیادی بر ارتفاع گیاه می‌گذارد و هرچه قطع آبیاری در مراحل اولیه رشد اتفاق بیفتد باعث کاهش ارتفاع گیاه که به تعداد گره کمتر و فاصله میانگره کوتاه‌تر بر می‌گردد می‌شود زارعیان (۱۳۸۴) و قبادی همکاران (۲۰۰۶)، نیز کاهش ارتفاع گیاه در اثر تنش خشکی را گزارش کرده‌اند. اثر رقم بر ارتفاع گیاه معنی دار نبود (جدول ۲)، با این حال بیشترین ارتفاع بوته در رقم مدنا و کمترین آن در رقم

دو رقم اپرا و زرفام می‌باشد. اثر متقابل قطع آبیاری و رقم بر تعداد خورجین در بوته معنی دار نبود (جدول ۲).

تعداد دانه در خورجین

اثر قطع آبیاری بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در خورجین توسط تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی و خورجین دهی (D۶) حاصل شد که اختلاف معنی داری با تیمارهای آبیاری معمول (D۱)، قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد (D۴)، قطع آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی (D۵) و قطع آبیاری در مراحل گلدهی و خورجین دهی (D۷) نشان نداد و با تیمارهای قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد (D۲) و قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد (D۳) اختلاف معنی داری داشت. دو تیمار (D۲) و (D۳) با سایر تیمارها به جز تیمار (D۴) اختلافی نشان ندادند. کمترین تعداد دانه در خورجین توسط تیمار قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد حاصل شد (جدول ۳). اثر رقم بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در خورجین در رقم مدنا نشان دهنده پتانسیل ژنتیکی بالای این رقم در تولید دانه است و رقم اپرا کمترین تعداد دانه در خورجین را تولید کردند. سه رقم اکاپی، زرفام و مدنا با هم اختلاف معنی داری نداشتند ولی با رقم اپرا تفاوت نشان دادند (جدول ۳). اثر متقابل قطع آبیاری و رقم بر تعداد دانه در خورجین معنی دار نبود (جدول ۳).

وزن هزار دانه

اثر قطع آبیاری بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن هزار دانه توسط تیمار آبیاری معمول (شاهد) حاصل شد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان داد. تیمار قطع آبیاری در مراحل ساقه دهی کمترین وزن هزار دانه را تولید کرد و با همه تیمارها اختلاف معنی دار نشان داد و نسبت به تیمار شاهد حدود ۵۵/۸ درصد کاهش وزن هزار دانه داشت. در

زرفام مشاهده شد (جدول ۳). اثر متقابل قطع آبیاری و رقم بر ارتفاع بوته معنی دار نبود (جدول ۲).

تعداد خورجین در بوته

تأثیر قطع آبیاری بر تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین تعداد خورجین در بوته توسط تیمار آبیاری معمول (شاهد) حاصل شد که اختلاف معنی داری را نسبت به سایر تیمارها نشان داد. کمترین تعداد خورجین در بوته توسط تیمار قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد حاصل شد که با سایر تیمارها تفاوت معنی دار داشت. تعداد خورجین در بوته تیمار قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد (D۴) با تیمار قطع آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی (D۵)، و تیمار قطع آبیاری در مراحل ساقه دهی و خورجین دهی (D۶) معنی داری با تیمار قطع آبیاری در مراحل گلدهی و خورجین دهی (D۷) اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند ولی با سایر تیمارها تفاوت معنی داری را نشان دادند (جدول ۳). نتایج نشان داد که قطع آبیاری در مرحله گلدهی به بعد و قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی و باعث کاهش این جزء از عملکرد دانه می‌گردد. عمدتاً تنش خشکی در مرحله گلدهی به دلیل عرضه کمتر مواد فتوسنتزی در اثر تنش در این دوران باعث ریزش گل و خورجین‌های در حال توسعه می‌شود. این نتایج با تحقیقات Kumar and Singh (۱۹۹۸) که بیان می‌کنند تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش تعداد خورجین در بوته می‌شود تطابق دارد. اثر رقم بر تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). بیشترین تعداد خورجین در بوته توسط رقم زرفام و کمترین آن توسط مدنا حاصل شد. در بین این چهار رقم اپرا و مدنا از یک طرف و از طرف دیگر اکاپی و زرفام اختلاف معنی داری با هم نداشتند ولی دو رقم اول با دو رقم دوم تفاوت معنی دار نشان دادند (جدول ۳). این مطلب نشان دهنده زیاده‌تر بودن پتانسیل تولید خورجین در

خورجین دهی به دلیل این که گیاه تقریباً رشد رویشی خودش را کامل کرده کمتر از وقوع تنش در مراحل قبل از گلدهی بر کاهش عملکرد بیولوژیک تاثیر دارد. کاهش مواد متابولیکی باعث کاهش اجزای عملکرد و در نهایت عملکرد بیولوژیک می‌گردد. تحقیقات قبادی (۲۰۰۶) و Kimber and Mc Gregor (۱۹۹۵) نیز بیانگر این مطلب است. اثر رقم بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد بیولوژیک توسط رقم اپرا با اختلاف معنی داری نسبت به رقم مدنا حاصل شد (جدول ۵). این نتایج با نتایج زارعیان (۱۳۸۴) مطابقت می‌کند. اثر متقابل قطع آبیاری و رقم بر عملکرد بیولوژیک معنی دار نبود (جدول ۴).

عملکرد دانه

اثر قطع آبیاری بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). از نظر عملکرد دانه تمام تیمارها اختلاف معنی داری نشان دادند و بیشترین عملکرد دانه توسط تیمار آبیاری شاهد (D۱) حاصل شد که معادل ۳۸۰۲ کیلوگرم در هکتار بود. تیمار قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد (D۲) کمترین عملکرد دانه را معادل ۱۳۱۱ کیلوگرم در هکتار تولید کرد. میزان کاهش عملکرد در تیمار مرحله ساقه دهی به بعد نسبت به تیمار شاهد حدود ۶۵/۵ درصد بود (جدول ۵). در تیمار حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی (D۵) با وجود اینکه آبیاری بعد از گلدهی انجام شده ولی نسبت به تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد (D۳) که آبیاری تا پایان رشد قطع شده عملکرد کمتری تولید کرده است، همین طور تیمار قطع آبیاری در مرحله ساقه دهی و خورجین دهی (D۶) با وجود اینکه در هنگام گلدهی آبیاری شده بازهم نسبت به تیمار (D۳) عملکرد کمتری تولید کرده است. این مطلب بیانگر اهمیت انجام آبیاری در هنگام ساقه دهی است. تیمارهای قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد، قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد، حذف آبیاری در مراحل

بین تیمارها، تیمارهای D۳، D۶ و D۷ با هم تفاوت معنی داری نداشتند و بقیه متفاوت بودند (جدول ۵). نتایج نشان می‌دهد مرحله خورجین دهی مهمترین مرحله برای افزایش وزن هزار دانه است زیرا انجام آبیاری در این مرحله موجب افزایش وزن هزار دانه و در نتیجه افزایش نسبی عملکرد محصول می‌گردد. عمدتاً تنش خشکی در مراحل گلدهی و خورجین دهی از طریق کاهش عرضه مواد فتوسنتزی به دانه‌ها می‌تواند باعث کاهش وزن مؤثر دانه شود و همچنین وزن هزار دانه تابع ساختار ژنتیکی رقم نیز می‌باشد تحقیقات حسن زاده و همکاران (۱۳۸۴)، قبادی و همکاران (۲۰۰۶) نشان دهنده کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی می‌باشد. اثر رقم بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین وزن هزاردانه توسط رقم اپرا حاصل شد که اختلاف معنی داری با رقم مدنا نداشت و ارقام اکاپی و زرفام نیز به همین صورت اما دو رقم اول با دو رقم دوم اختلاف معنی داری نشان دادند. رقم مدنا تقریباً در تمامی اجزاء عملکرد برتری نشان داد (جدول ۵). اثر متقابل قطع آبیاری و رقم بر وزن هزار دانه معنی دار نشد (جدول ۴).

عملکرد بیولوژیک

اثر قطع آبیاری بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد بیولوژیک توسط تیمار آبیاری معمول (شاهد) با اختلاف معنی داری نسبت به سایر تیمارها حاصل شد. تیمار قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد کمترین عملکرد بیولوژیک را حاصل نمود که با بقیه تیمارها اختلاف معنی دار داشت. بین تیمارهای قطع آبیاری D۳، D۴، D۵ از یک طرف و تیمارهای D۶ و D۷ از طرف دیگر تفاوت معنی داری وجود نداشت اما این دو دسته تیمار دارای اختلاف معنی داری بودند (جدول ۵). قطع آبیاری در مراحل اولیه رشد باعث می‌شود که گیاه رشد رویشی و زایشی کمی داشته باشد و به کاهش ارتفاع بوته، تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین منجر شود. تنش خشکی در مراحل گلدهی و

تولید نمود و با سایر تیمارها تفاوت معنی داری داشت، تیمارهای حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی (D5) و حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و خورجین دهی (D6) تفاوت معنی داری با یکدیگر نشان ندادند ولی با سایر تیمارها اختلاف معنی داری داشتند (جدول ۷). اثر رقم بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۶). بیشترین شاخص برداشت توسط رقم زرفام حاصل شد اگر چه تفاوت معنی داری را با ارقام اکاپی و مدنا نشان نداد اما با رقم اپرا تفاوت معنی دار نشان داد (جدول ۷).

میزان روغن دانه

تأثیر قطع آبیاری بر محتوای روغن دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۶). تیمار شاهد بیشترین درصد روغن دانه را تولید کرده و کمترین درصد روغن را تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد تولید نمود. تیمار شاهد با سه تیمار D4، D5 و D6 اختلاف معنی داری نداشتند ولی با بقیه تیمارها اختلاف معنی داری نشان دادند، سه تیمار D2، D3 و D7 فقط با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نشان دادند (جدول ۷). ارقام از نظر محتوای روغن دانه در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی داری نشان دادند (جدول ۶). این مطلب بیانگر تفاوت پتانسیل تولید روغن ارقام مورد مطالعه می باشد. اثر متقابل تیمار و رقم بر میزان روغن در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار نبود (جدول ۶).

عملکرد روغن دانه

اثر قطع آبیاری بر عملکرد روغن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۶). بیشترین عملکرد روغن دانه به مقدار ۱۷۵۳ کیلو گرم در هکتار، توسط تیمار آبیاری معمول (شاهد) و کمترین مقدار آن به میزان ۵۵۸/۹ کیلوگرم در هکتار که محصول تیمار قطع آبیاری در مراحل ساقه دهی می باشد مشاهده گردید که تفاوت معنی داری با سایر تیمارها نشان داد. تیمارهای قطع آبیاری در مراحل

ساقه دهی و گلدهی و حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و خورجین دهی از سرعت رشد محصول پایینی برخوردار بودند و عملکرد دانه آنها کاهش معنی داری نشان داد. این نتایج با نتایج حسن زاده و همکاران (۱۳۸۴)، Ghabadi و همکاران (۲۰۰۶)، Kajdi and Pocsai (۱۹۹۳) مطابقت دارد. آنان نیز کاهش عملکرد را در اثر کاهش اجزای آن به علت تنش خشکی گزارش کرده اند. اثر رقم بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). رقم زرفام بالاترین عملکرد دانه را در بین ارقام تولید نمود که با رقم اکاپی اختلاف معنی داری نداشت و رقم مدنا کمترین عملکرد دانه را تولید کرد که با رقم اپرا از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی داری نداشت ولی دو رقم اول با دو رقم دوم اختلاف معنی داری نشان دادند (جدول ۵). پتانسیل ژنتیکی بالا و سرعت رشد بالای محصول در رقم زرفام علت عملکرد بالای این رقم می باشد. اثر متقابل قطع آبیاری و رقم بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). رقم زرفام در اکثر تیمارها نسبت به سایر ارقام عملکرد بیشتری را تولید کرده اما در تیمارهایی که قطع آبیاری در هنگام ساقه دهی اعمال شده عملکرد کمتری تولید کرده است. رقم مدنا در تیمار قطع آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی بطور معنی داری عملکرد بیشتری را نسبت به سایر ارقام تولید کرده اما در بقیه تیمارها اینطور نبوده است (شکل ۱).

شاخص برداشت

اثر قطع آبیاری بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). تیمار شاهد بیشترین شاخص برداشت را حاصل نمود که اختلاف معنی داری با سایر تیمارهای قطع آبیاری داد. کمترین شاخص برداشت توسط تیمار قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد (D2) حاصل شد که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان داد. تیمارهای قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد (D4) بعد از تیمار شاهد بالاترین شاخص برداشت را

ذخیره آن در اندام رویشی می‌شود و موقع انتقال مجدد این مواد به اندام زایشی این کمبود باعث کاهش عملکرد نهایی می‌گردد. از قطع آبیاری در مراحل ساقه دهی، گلدهی و خورجین دهی تا جای ممکن باید اجتناب کرد و قطع آبیاری در اواخر خورجین دهی به بعد جهت تولید عملکرد قابل قبول تحت شرایط کمبود آب مناسبتر می‌باشند. با شروع پیدایش رنگ سبز دانه های واقع در ناحیه پایین گل آذین اصلی بوته‌ها از سهم فتوسنتز برگ‌ها کاسته شده و به وابستگی پر شدن دانه ها به انتقال مواد ذخیره ای از سایر اندام‌ها افزوده می‌شود. به همین جهت مقاومت گیاه به خشکی شروع به افزایش می‌کند. به همین جهت می‌توان فاصله آبیاری‌ها را افزایش داد.

ساقه دهی به بعد (D₂) حدود ۶۸ درصد کاهش عملکرد روغن نسبت به تیمار آبیاری (شاهد) داشت (جدول ۷). با توجه به اینکه میزان روغن دانه و عملکرد دانه تحت تیمار تنش کاهش می‌یابد عملکرد روغن نیز کاهش پیدا می‌کند. Ghobadi و همکاران (۲۰۰۶)، طی تحقیقاتی تاثیر تنش کم آبی را بر کاهش عملکرد روغن دانه گزارش کرده اند. ارقام از نظر عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی داری نشان دادند (جدول ۶). رقم زرفام با عملکردی معادل ۱۲۸۸ کیلوگرم بیشترین و مدنا با ۱۱۳۷/۵ کیلوگرم کمترین عملکرد روغن را دارا می‌باشند که با توجه به این مطلب پتانسیل تولید روغن رقم زرفام حدود ده درصد از رقم اپرا بیشتر است. (جدول ۷). نتایج با تحقیق زارعیان (۱۳۸۴) تطابق دارد. اثر متقابل قطع آبیاری و رقم بر عملکرد روغن دانه معنی دار بود (جدول ۶). رقم زرفام در اکثر تیمارها نسبت به سایر ارقام عملکرد روغن بیشتری را تولید کرده اما در تیمار حذف آبیاری در هنگام ساقه دهی و خورجین دهی بطور معنی داری عملکرد کمتری تولید کرده است. رقم مدنا در تیمار قطع آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی بطور معنی داری عملکرد روغن بیشتری را نسبت به سایر ارقام تولید کرده اما در سایر تیمارها اینطور نبوده است (شکل ۲). با توجه به نتایج بدست آمده در شرایط این آزمایش حساس ترین مرحله رشد گیاه کلزا به تنش خشکی، مرحله ساقه دهی و مرحله گلدهی و اوایل مرحله خورجین دهی بودند و رقم زرفام در مقایسه با سه رقم دیگر به طور معنی داری عملکرد بهتری در مناطق خشک و شرایط خشکی داشت. قطع آبیاری در هنگام گلدهی به خاطر عقیم ماندن و ریزش گل‌ها باعث کاهش معنی دار تعداد خورجین در بوته می‌گردد. در مرحله ساقه دهی که مریستم اندام زایشی شکل می‌گیرد اگر گیاه تحت تنش کم آبی قرار بگیرد پتانسیل تولید گل در گیاه کاهش می‌یابد و در نتیجه تعداد خورجین و مجموع تعداد دانه در بوته کاهش و نهایتاً عملکرد دانه و به تبع آن عملکرد روغن کاهش می‌یابد. از لحاظ فیزیولوژیک تنش در هنگام ساقه دهی باعث کاهش تولید ماده خشک و

جدول ۱- مقادیر پارامترهای جوی ماهانه در سال زراعی ۸۶-۱۳۸۵ در ایستگاه هواشناسی اصفهان

ماه	میانگین حداکثر دما (درجه سانتیگراد)	میانگین حداقل دما (درجه سانتیگراد)	میانگین حداکثر درصد رطوبت	میانگین حداقل درصد رطوبت	مجموع بارندگی ماهانه (میلیمتر)
مهر	۱۸/۸	۹/۲۵	۶۵	۱۶	۰
آبان	۱۹/۹	۴/۸	۷۶	۲۹/۹	۳۸
آذر	۸	-۲	۹۰	۴۹	۲۶/۵
دی	۷/۶	-۵/۸	۸۸	۳۶/۱	۱۲/۱
بهمن	۱۲/۳	-۲/۲	۸۳/۸	۳۴/۴	۲۱/۲
اسفند	۱۵/۵	۰/۱۶۷	۷۶/۶	۲۵/۸	۲۴/۷
فروردین	۱۹/۶	۵/۵	۷۷/۹	۲۵/۷	۴۳/۴
اردیبهشت	۱۵/۷	۱۰/۶	۶۷/۴	۲۰/۶	۱۳/۵
خرداد	۳۳/۶	۱۵/۲	۵۶/۸	۱۵/۴	۱/۱

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین ارقام کلزا در تیمارهای مختلف آبیاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		ارتفاع بوته	تعداد خورجین در بوته
تکرار	۲	۱۰/۰۸۳	۲۷/۹۴۰
قطع آبیاری	۶	۴۸/۷۱۸**	۷۱۷/۳۱۷**
خطا	۱۲	۱۱/۱۱۱	۶/۶۶۳
رقم	۳	۱۱/۲۸۲	۱۰۶/۸۰۶**
قطع آبیاری * رقم	۱۸	۱۵/۹۶۷	۲۱/۸۵۲
خطا	۴۲	۶/۰۱۴	۹/۲۶۷

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین ارقام کلزا در تیمارهای مختلف آبیاری

تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تیمار
آبیاری			
۲۶/۵۰ ab	۶۴/۱۷ a	۹۷/۴۲ a	آبیاری معمول (شاهد)
۲۳/۶۷ b	۳۹/۷۵ e	۹۱/۰۸ b	قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد
۲۴/۰۱ b	۴۴/۸۳ d	۹۴/۷۵ a	قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد
۲۵/۳۳ ab	۴۹/۵۰ c	۹۴/۴۲ a	قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد
۲۵/۹۲ ab	۴۸/۰۸ cd	۹۴/۵۸ a	حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی
۲۸/۴۲ a	۵۳/۶۷ b	۹۴/۶۷ a	حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و خورجین دهی
۲۵/۰۸ab	۴۶/۳۵cd	۹۶/۶۷ a	حذف آبیاری در مراحل گلدهی و خورجین دهی
رقم			
۲۱/۳۸ b	۴۸/۱۹bc	۹۴/۴۸a	اپرا
۲۵/۴۵a	۵۰/۶۲ ab	۹۵/۱۴a	اکاپی
۲۶/۵۷a	۵۲/۱۰ a	۹۳/۹۵a	زرغام
۲۷/۹۵a	۴۷/۱۴c	۹۵/۶۲a	مدنا

اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دار می باشند.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه ارقام کلزا در تیمارهای مختلف آبیاری

میانگین مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	وزن هزار دانه		
۱۲۶۸۷/۵۸۳	۶۴۰۰۲۳/۳۳۳	۰/۰۰۶	۲	تکرار
۴۵۲۱۰۹۷/۳۷۳**	۱۰۱۳۵۲۳۴۸/۴۴**	۳/۵۴۹**	۶	قطع آبیاری
۳۸۸۶۴/۴۸۵	۶۶۸۳۹۷/۲۲۲	۰/۰۳۴	۱۲	خطا
۴۰۷۷۳۹/۲۱۸**	۷۳۷۳۲۹۳/۲۵۴**	۰/۳۶۱**	۳	رقم
۲۳۵۰۴۸/۲۴۶**	۱۲۴۶۶۸۴/۴۲۳	۰/۰۹۴	۱۸	قطع آبیاری * رقم
۱۹۷۳۰/۶۴۷	۹۵۵۸۱۸/۲۴۵	۰/۰۴۵	۴۲	خطا

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه ارقام کلزا در تیمارهای مختلف آبیاری

تیمار	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (گرم بر متر مربع)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار)
آبیاری			
آبیاری معمول (شاهد)	۳/۸۵ a	۲۸۴۷/۲۵ a	۳۸۰۱/۶۶ a
قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد	۲/۱۳ e	۱۶۸۲/۶۷ d	۱۳۱۱/۸۳ f
قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد	۳/۰۶ d	۲۴۷۰/۶۵ c	۲۷۵۵/۴۳ cd
قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد	۳/۵۵ b	۲۵۲۵/۵۰ c	۳۰۸۵/۵۸ b
حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی	۳/۳۱ c	۲۵۲۵/۰۰ c	۲۵۴۷/۴۲ e
حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و خورجین دهی	۲/۹۲ d	۲۶۹۵/۰۰ b	۲۷۲۲/۵۰ d
حذف آبیاری در مراحل گلدهی و خورجین دهی	۲/۹۱ d	۲۶۶۳/۶۷ b	۳۰۱۳/۶۶ bc
رقم			
اپرا	۳/۲۲ a	۲۶۲۵/۴۳ a	۲۶۱۳/۷۶ b
اکاپی	۳/۰۱ b	۲۵۹۷/۷۶۳ a	۲۸۴۰/۶۲ a
زرغام	۲/۹۶ b	۲۵۶۱/۶۲ ab	۲۸۹۸/۲۳ a
مدنا	۳/۲۱ a	۲۴۸۷/۰۹ b	۲۶۹۸/۰۵ b

اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دار می باشند.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس شاخص برداشت، میزان روغن دانه و عملکرد روغن ارقام کلزا در تیمارهای مختلف آبیاری

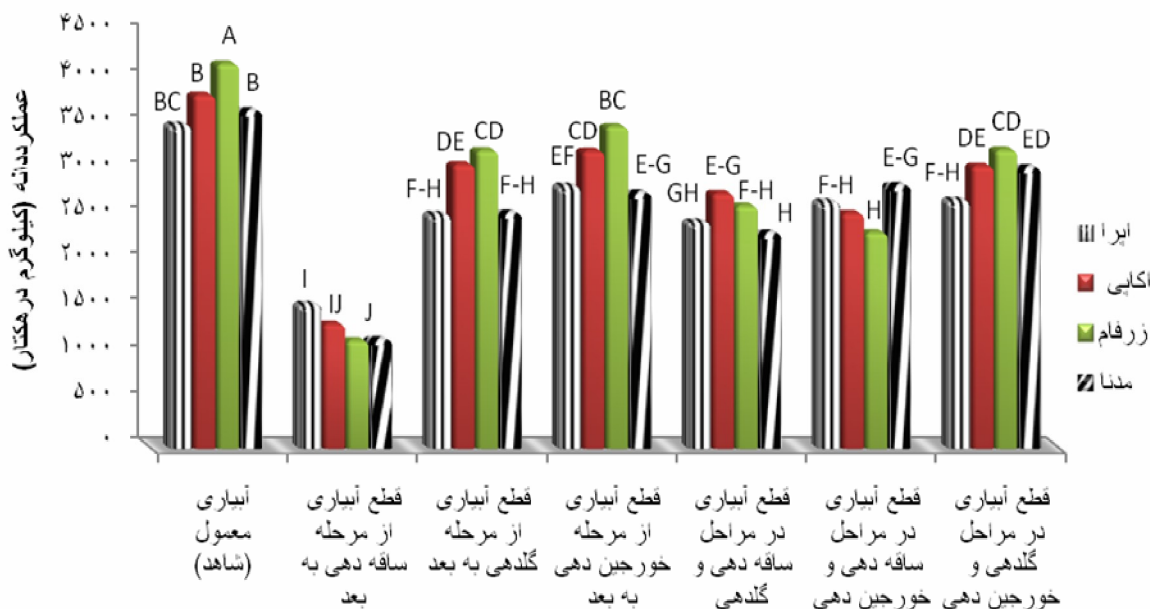
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		شاخص برداشت	میزان روغن دانه	عملکرد روغن
تکرار	۲	۰/۰۱۵	۳/۱۸۲	۴۷۴۸/۹۲۰
قطع آبیاری	۶	۲۵/۸۵۶**	۱۵/۶۸۵**	۱۰۵۲۲۸۷/۰۶۸**
خطا	۱۲	۰/۸۱۳	۳/۰۷۶	۱۲۳۳۹/۴۳۷
رقم	۳	۷/۸۱۵**	۱۵/۴۶۳*	۸۹۰۹۱/۷۵۲**
قطع آبیاری*رقم	۱۸	۱/۹۰۲	۴/۶۷۷	۳۶۸۳۲/۷۸۵**
خطا	۴۲	۰/۵۴۸	۵/۵۱۳	۵۸۱۸/۵۶۷

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های شاخص برداشت، میزان روغن دانه و عملکرد روغن کلزا در تیمارهای مختلف آبیاری

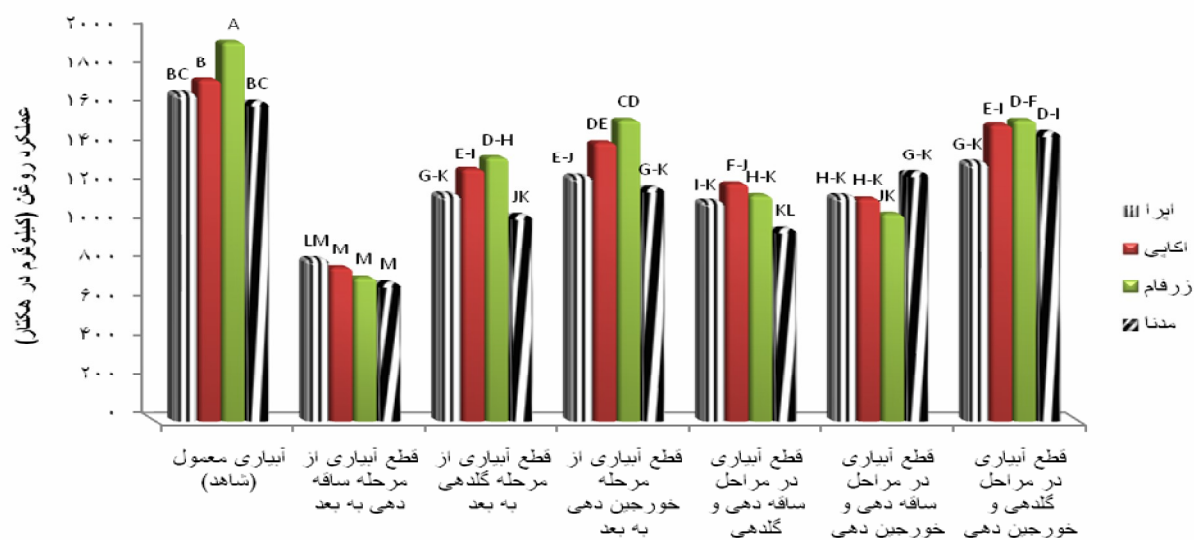
تیمار	شاخص برداشت (درصد)	میزان روغن دانه (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم بر هکتار)
آبیاری			
آبیاری معمول (شاهد)	۱۳/۳۴ a	۴۶/۱۲ a	۱۷۵۲/۹۴ a
قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی به بعد	۷/۷۹ e	۴۳/۲۴ b	۵۵۸/۴۶ e
قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد	۱۱/۳۳ c	۴۲/۵۹ b	۱۲۱۴/۰۰ c
قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد	۱۲/۴۴ b	۴۳/۹۳ ab	۱۳۵۵/۶۶ b
حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و گلدهی	۹/۹۷ d	۴۳/۹۹ ab	۱۱۲۱/۱۵ d
حذف آبیاری در مراحل ساقه دهی و خورجین دهی	۱۰/۱۳ d	۴۳/۷۰ ab	۱۱۸۲/۱۷ cd
حذف آبیاری در مراحل گلدهی و خورجین دهی	۱۱/۳۴ c	۴۳/۰۰ b	۱۲۸۳/۶۳ b
رقم			
ایرا	۱۰/۱۸b	۴۴/۴۸a	۱۱۶۷/۵۲b
اکاپی	۱۱/۰۷ a	۴۴/۱۸ a	۱۲۴۲/۵۲a
زرفام	۱۱/۴۴ a	۴۳/۹۸ a	۱۲۸۸/۰۱a
مدنا	۱۰/۹۸ a	۴۲/۵۵b	۱۱۳۷/۵۷b

اعداد هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دار می باشند.



آبیاری

شکل ۱- اثر متقابل قطع آبیاری و رقم بر عملکرد دانه (ستون هائی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دار می باشند).



آبیاری

شکل ۲ - اثر متقابل قطع آبیاری و رقم بر عملکرد روغن (ستون هائی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، از نظر آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد فاقد تفاوت معنی دار می باشند)

فهرست منابع:

- ۱- بازوکی، ع، ر. ۱۳۷۹. بررسی و اندازه گیری اثر تنش آب بر ویژگی های فیزیولوژیک و شاخص های مقاومت به خشکی دو رقم کلزا. رساله دکتری رشته زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- ۲- حسن زاده، م، نادری، م، ر، شیرانی راد، ا، ح. ۱۳۸۴. ارزیابی اثرات نقش خشکی بر عملکرد و اجزاء عملکرد و ارقام پر محصول کلزای پاییزه در منطقه اصفهان، مجله پژوهش در کشاورزی، جلد دوم شماره ۲، صفحات ۶۲-۵۱.
- ۳- زارعیان، ج. ۱۳۸۴. بررسی اثر خشکی بر مراحل مختلف رشد صفات زراعی و شاخص های رشد ارقام پاییزه کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.
- ۴- عاشوری، م. ۱۳۸۰. کشت دوم کلزا. انتشارات افراز.
- ۵- کافی، م، مهدوی دامغانی، م، ع. ۱۳۷۹. مکانیسم های مقاومت گیاهان به تنش های محیطی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۶- کوچکی، ع، سلیمانی، ا. ۱۳۷۷. اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک (ترجمه)، انتشارات نشر آموزش کشاورزی.
- 7- Allen, E.J., Morgan, D.G. 1975. Yield of different varieties of oilseed rape. Journal Agriculture. Science. Camb. 85: 159-174.
- 8- Ghobadi M, Bakhshandeh M, Fathi G, Gharineh MH, Alami-Said K, Naderi A., Gobadi, M.E. 2006. Short and long periods of water stress during different growth stages of canola (*Brassica napus* L.): Effect on yield, yield components, seed oil and protein contents. Agronomy Journal. 5(2):336-341.
- 9- Habekotte B. 1993. Quantitative analysis of pod formation. Field Crop Research. 38:21-33.
- 10- Kajdi F, Pocsai K. 1993. Effect of irrigation on the yield potential, protein yield of oilseed rape cultivars. Acta ovariensi 35:65-72.
- 11- Kimber, D.S., Mc Gregor, D.L. 1995. Brassica oil seed: production and utilization. CAB international.

- 12- Kumar, A., Singh, D.P. 1998. Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. *Ann. Bot.* 81: 413-420.
- 13- Richards, R.A., Thurling, N. 1978. Variation between and within species of rapeseed (*Brassica napus* and *B.compestris*), in response to drought stress. II. Growth and development under natural drought stress. *Australian Journal of Agricultural Research.* 29: 479-490.
- 14- Wright, P.R., Morgan, J.M., Jessop, R.S. 1996. Comparative adaptation of canola (*Brassica napus*) and Indian mustard (*B.Juncea*) to soil water deficit: plant water relations and growth.. *Field Crop Research.* 49:51-64.