



دو فصلنامه علوم زراعی
سال دوم، شماره ۱ و ۲، بهار و تابستان ۱۳۸۹

بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد محصول و کارایی مصرف آب روی چهار رقم کلزا در کرج* The effect of different Irrigation levels on yield and water use efficiency (WUE) of four variety of Rapeseed in Karaj

حسن خسروی^۱، سید ابوالقاسم حقایقی مقدم^۲ و محمد جواد عابدی^۳

چکیده

خسروی ح.، سید ابوالقاسم حقایقی مقدم و محمد جواد عابدی. ۱۳۸۹. بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد محصول و کارایی مصرف آب روی چهار رقم کلزا در کرج. دو فصلنامه علوم زراعی (۲۱) (۲): ۱-۱۰.

این تحقیق به منظور بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر عملکرد کمی محصول و کارایی مصرف آب چهار رقم کلزا در کرج در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ به اجرا در آمد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات (Split Plots) در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و در سه تکرار اجراء شد. پلاتهای اصلی طرح عبارت از سطوح آبیاری (۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی) و پلاتهای فرعی شامل چهار رقم Licord, Okapi, (SLM046, Reg Cobra^۴) بودند. نیاز آبی بر اساس داده‌های هواشناسی و با استفاده از رابطه پنمن ماتیس فائو محاسبه گردید. نتایج حاصل نشان داد: اثر سطوح مختلف آبیاری و رقم بر عملکرد دانه در سطح ۱٪ معنی دار است. سطح آبیاری ۷۵٪ و سطح آبیاری ۵۰٪ با عملکردهای ۲۷۲۷ و ۱۹۱۲ کیلو گرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. همچنین رقم Reg Cobra و رقم Licord با عملکردهای ۲۷۸۳ و ۲۱۳۲ کیلو گرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد را داشتند. اثر متقابل آبیاری و رقم بر عملکرد دانه در سطح ۵٪ معنی دار بود، بطوری که رقم Reg Cobra در سطح آبیاری ۷۵٪ با عملکرد ۳۲۲۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم Licord در سطح آبیاری ۵۰٪ و ۱۲۵٪ کمترین عملکرد را داشته است. اثر سطوح مختلف آبیاری و رقم از لحاظ کارایی مصرف آب در سطح ۱٪ معنی دار بود. سطح آبیاری ۷۵٪ و سطح آبیاری ۱۲۵٪ به ترتیب با عملکردهای ۱/۱۱۴ و ۱/۶۸۴ کیلوگرم بر متر مکعب آب آبیاری بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب را به خود اختصاص دادند. در بین ارقام مورد آزمون نیز رقم Reg*Cobra و رقم Licord با عملکردهای ۱/۰۶۴ و ۱/۸۲۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب آب آبیاری به ترتیب بیشترین و کمترین کارایی مصرف آب را داشتند. در مجموع سطح آبیاری ۷۵٪ و رقم Reg Cobra بیشترین کارایی مصرف آب را به خود اختصاص دادند و بنابراین رقم Reg Cobra با سطح آبیاری ۷۵ درصد برای کشت کلزا در منطقه کرج توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ارقام کلزا، سطوح آبیاری، کارایی مصرف آب، عملکرد محصول کلزا

E-mail: hassan_kho0571@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۱۲/۵

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۵/۱۱/۲

- ۱- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان، ایرانشهر، ایران.
- ۲- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان، مشهد، ایران.
- ۳- استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- ۴- این رقم اکنون به نام زرقام معرفی شده است.

* برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و رهکشی.

مقدمه و بررسی منابع:

کلزا به عنوان یک گیاه مناسب روغنی برای کشت در شرایط آب و هوایی ایران مورد توجه قرار گرفته است. این گیاه مهمترین گونه گیاهی جنس براسیکا می باشد. با توجه به شرایط دما و رطوبت، کشت پاییزه این گیاه در اغلب نقاط کشور به راحتی امکان پذیر است. کلزا در تناوب با سایر محصولات زراعی بویژه غلات قرار می گیرد و در کنترل بیماریها، آفات و علفهای هرز مزارع موثر می باشد. روغن دانه ارقام خوراکی کلزا از کیفیت بسیار مطلوبی برخوردار است. ارقام دیگری هم وجود دارند که روغن آنها در صنعت به ویژه صنایع نساجی و پلاستیک کاربرد فراوان دارد. هیچ گیاه روغنی به اندازه کلزا دارای تنوع در انواع روغن و موارد استفاده آن نیست. پس از استحصال روغن، کنجاله باقیمانده، سرشار از ویتامین بوده و برای استفاده در تغذیه دام مناسب است (۱).

گیاه کلزا اصولاً به هنگام جوانه زنی و در مرحله رشد غلافها به خشکی حساس می باشد. خشکی در مرحله جوانه زنی مانع از تورم بذر می شود که این خود سبز شدن را به تعویق انداخته و پیامدهای زیانباری برای رشد بعدی گیاه به همراه خواهد داشت. کمبود آب اثر سویی بر عملکرد محصول کلزا می گذارد، لیکن این اثر به ژنوتیپ، مرحله رشد و سازش یافتگی گیاه به خشکی بستگی دارد. حساس ترین زمان برای آبیاری، مرحله گلدهی و اوایل غلاف بندی است (Richard and Turling, 1987)، یعنی زمانی که تعداد غلاف و دانه در حال تعیین شدن هستند. آبیاری محدود در این مرحله باعث افزایش تعداد غلاف در واحد سطح می شود و اگر دیرتر صورت گیرد تعداد دانه در هر غلاف را افزایش می دهد. در همین آزمایش، به کارگیری ۵۰ میلیمتر آب در مراحل حساس، عملکرد محصول را ۳ تا ۵ تن در هکتار افزایش داد. Mendham et al. 1984 ملاحظه کردند که یک نوبت آبیاری برای افزایش زیاد عملکرد محصول کفایت نمی کند. آنان دریافتند که یک نوبت آبیاری رقم مارنو در زمان گلدهی و به مقدار ۵۰ میلیمتر، تعداد دانه در غلاف از ۱۴ به ۱۶ افزایش می دهد لیکن تغییر در عملکرد محصول ناچیز است، ولی با سه نوبت آبیاری تعداد دانه در هر غلاف (از ۱۴ به ۲۱) افزایش می یابد و بنابراین عملکرد دانه حدود ۵۰٪ افزایش پیدا می کند. در مقایسه یک لاین فاقد گلبرگ با رقم مارنو ملاحظه شد که در شرایط دیم رشد و عملکرد لاین فاقد گلبرگ بیشتر است و این لاین به آبیاری واکنش کمی نشان می دهد. بنابراین واکنش نسبت به آب آبیاری به خصوصیات ژنوتیپ، رشد قبلی گیاه، میزان ذخایر آب خاک و شرایط محیطی جاری بستگی دارد (Mendham and et al. 1991). پازوکی و همکاران (۱۳۸۱) اثر تنش آبی بر درصد روغن و عملکرد روغن دانه دو رقم کلزا (طلایه و ۷۰۴۵/۹۱) PF در شرایط آب و هوایی کرج و پاکدشت را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اثر متقابل دور آبیاری و مقدار آب بر درصد روغن و عملکرد روغن دانه در هر دو منطقه در سطح ۱٪ معنی دار بود. مقایسه میانگین مرکب اثر متقابل بر دو صفت مذکور نشان داد که با کوتاه شدن دور آبیاری تا ۴۵ میلیمتر و افزایش آب تا ۸۰٪ مقدار آب تبخیر شده از سطح تشتک کلاس A (استفاده ۸ مرحله آبیاری پس از خروج گیاه از روزت و ۳۶۰ متر مکعب در هکتار در هر بار آبیاری) بر هر دو صفت بطور معنی داری موثر بود. به شکلی که حداکثر درصد روغن، عملکرد روغن و مقدار عملکرد دانه به ترتیب معادل ۹۳/۴۰ درصد و ۱۰۴۴ و ۲۵۵۱ کیلوگرم بر هکتار بدست آمد. همچنین عملکرد دانه هر دو رقم نیز افزایش یافت لیکن مقدار آن در رقم ۷۰۴۵/۹۱ PF بیشتر از رقم طلایه بود بطوری که حداکثر عملکرد روغن این دو رقم به ترتیب ۱۰۹۶ و ۸۰۷ کیلوگرم بر هکتار و حداکثر عملکرد دانه محصول ۲۶۴۰ و ۲۰۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. (Aujla at al., (1992) تأثیر کارایی روشهای مختلف آبیاری را روی گیاه کلزا در هندوستان بررسی کردند. روشهای مورد استفاده عبارت بودند از: ۱- آبیاری غرقابی، ۲- آبیاری شیاری معمولی، ۳- آبیاری یک در میان متغییر شیاری، و ۴- آبیاری یک در میان ثابت

شیاری. آب مورد استفاده سالانه و در سالهای گفته شده در روشهای ۳ و ۴، مقدار ۱۰۳ تا ۱۷۵ میلیمتر، در روش ۲، ۱۳۷ تا ۲۶۴ میلیمتر و در روش ۱، ۱۷۳ تا ۳۲۸ میلیمتر بوده است. اختلاف معنی‌داری در متوسط عملکرد محصول (۱/۱۳ تا ۱/۲۶ تن در هکتار) تحت تأثیر روشهای مختلف آبیاری وجود نداشت (Aujla *at al.*, 1992). نامبردگان به این نتیجه رسیدند که در روش آبیاری یک در میان متغیر شیاریها، فقط به میزان ۶۰ درصد آب مورد نیاز برای آبیاری به روش غرقابی نیاز است، بدون اینکه کاهش عملکرد محصول وجود داشته باشد. نتایج بررسی اثر کم آبیاری روی عملکرد کمی و کیفی دو رقم کلزا در منطقه خوی نشان داد که تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه نسبت به تیمار ۷۵ درصد، بر روی عملکرد دانه و روغن موجب تفاوت معنی‌دار شد و عملکرد دانه و روغن کاهش یافت (هوزم ۱۳۷۷). دهسیری و همکاران (۱۳۷۷) واکنش پنج رقم کلزا را به تنش آبی ارزیابی نمودند. آزمایش نامبردگان بر اساس طرح آماری اسپلیت پلات در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی تحت تأثیر تیمار دور آبیاری در سه سطح انجام شد. دور آبیاری براساس میزان تبخیر از تشتک کلاس A و به مقدار ۸۰، ۵۰ و ۱۱۰ میلیمتر تعیین گردید. میزان آب در هر نوبت آبیاری را بر اساس ۸۰ درصد تبخیر از تشتک کلاس A اعمال نمودند. دور آبیاری بر عملکرد دانه، تعداد غلاف و عملکرد روغن اثر معنی‌داری داشت لیکن بر وزن متوسط دانه، تعداد غلاف در ساقه اصلی و درصد روغن معنی‌دار نبوده است. تیمار آبیاری ۸۰ میلیمتر تبخیر از تشتک کلاس A با ۳ بار آبیاری از شروع دوره رشد سریع ساقه تا رسیدن، بیشترین عملکرد روغن را داشت. (Munoz and Fernandez (1979 اثر مقادیر مختلف آب را بر عملکرد کلزا در کشور اسپانیا بررسی کردند و در چهار تیمار انتخابی مقادیر ۵۷۳، ۴۹۵، ۳۹۸ و ۳۳۸ میلیمتر آب (آبیاری و بارندگی) در طول فصل اعمال گردید. عملکرد محصول در دو تیمار ۱ و ۲ به ترتیب ۲/۶۱ و ۲/۶۹ تن در هکتار بود و بطور معنی‌داری با دو تیمار ۳ و ۴ (عملکرد ۲/۴۲ تن در هکتار) تفاوت داشت و کلیه تیمارها در مقدار روغن اختلافی نداشتند. در مقایسه عملکرد ۲۳ ژنوتیپ کلزای بهاره در منطقه گرگان در سال ۱۳۸۲، رقم هیبرید ۴۰۱ Hyola بیشترین میزان عملکرد محصول را تولید کرد. در حالیکه رقم Dakini کمترین میزان عملکرد دانه و روغن را داشت. در سالهای ۸۱-۱۳۷۹ به منظور بررسی تأثیر آرایش کاشت و روشهای آبیاری بر کارایی مصرف آب، کمیت و کیفیت محصول کلزا در چند منطقه کشور آزمایشهایی در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه عامل اصلی روشهای آبیاری (۱- روش آبیاری شیاری معمولی، ۲- روش آبیاری نواری و ۳- روش آبیاری شیاری یک در میان) و دو عامل فرعی آرایش کاشت (۱- دو ردیف کاشت روی پشته و ۲- سه ردیف کاشت روی پشته)، در سه تکرار اجرا شد که نتایج حاصل از آن بدین شرح بود:

در منطقه مغان اختلاف عملکرد محصول در روشهای آبیاری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. روشهای آبیاری شیاری معمولی و آبیاری نواری بیشترین عملکرد (۲۸۵۹ و ۲۷۴۴ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص دادند و آبیاری شیاری یک در میان از حداقل عملکرد محصول (۲۵۶۳ کیلوگرم در هکتار) برخوردار بود. اثر متقابل آرایش کاشت در روشهای مختلف آبیاری بر روی صفات عملکرد دانه، تعداد غلاف در هر بوته، تعداد شاخه‌های جانبی و ارتفاع بوته‌ها طی دو سال آزمایش در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بوده است (فلاح طوسی ۱۳۸۳). در منطقه خوی آذربایجان غربی با توجه به نتایج حاصل از دو سال آزمایش مشاهده شد که میزان عملکرد در روشهای آبیاری شیاری معمولی، آبیاری نواری و آبیاری شیاری یک در میان به ترتیب ۳۴۱۱، ۳۲۰۸ و ۲۷۹۹ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. از این نظر روش نخست نسبت به دو روش دیگر برتری نشان داده است (فلاح طوسی ۱۳۸۳). در منطقه کرج نتایج حاصل از دو سال آزمایش نشان داد که، عملکرد محصول دانه در بین سالهای آزمایش اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد وجود داشته است. (میانگین عملکرد دانه در سال‌های اول و دوم به ترتیب ۳۲۱۶ و ۲۵۴۵ کیلوگرم در هکتار بوده

است) بین تیمارهای مختلف آبیاری اختلاف معنی‌داری در عملکرد محصول و اجزای کمی و کیفی آن وجود نداشت. دو آرایش کاشت مورد آزمایش نیز در میزان عملکرد، درصد روغن و پروتئین دانه اختلاف معنی‌دار نشان نداد لیکن دو جزء عملکرد شامل غلاف در ساقه اصلی و دانه در غلاف را به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد تحت تأثیر قرار داد. اثر متقابل بین روشهای آبیاری در آرایش کاشت برای عملکرد دانه و اجزای آن معنی‌دار گردید (فلاح طوسی ۱۳۸۳). Fatth *et al.* (1989) اهمیت کاشت دانه‌های روغنی را از نظر اقتصادی بررسی کردند و برتری دانه‌های روغنی را نسبت به سایر محصولات به دلیل نیاز آبی و کودی کمتر دانستند. شیرانی‌راد (۱۳۸۰) حساس‌ترین مرحله رشد گیاه کلزا به کمبود آب را مرحله گلدهی و بعد از آن مرحله پر شدن دانه گزارش نموده است. Nielsen (1996) اثر کاربرد آب بر مراحل مختلف رشد محصول کلزا را طی سالهای ۹۴-۱۹۹۳ در شرایط خشک در کشور آمریکا مورد بررسی قرار داد. تیمارهای آبیاری ۴۰، ۱۱۵، ۲۱۰، ۲۶۵ میلیمتر بود. اثر تنش آبی در هیچ مرحله‌ای از رشد معنی‌دار نبود لیکن با کاهش مقدار آب، درصد روغن از ۴۴ به ۳۴ درصد کاهش یافت. Sims *et al.*, (1993) اثبات کردند که عملکرد محصول کلزا در ایالت مونتانا با افزایش حجم آب قابل دسترس افزایش یافت. لیکن افزایش مقدار آب باعث کاهش متوسط حجم روغن دانه گردید.

گزارش‌های منتشره در سال ۱۹۸۵ از منطقه آلبرتا عملکرد محصول کلزا را در حدود ۱۰۰۸ کیلو گرم در هکتار با کاربرد ۲۰۳ میلیمتر آب بیان می‌نماید و به ازای افزایش هر ۱۰ میلیمتر آب مقدار عملکرد محصول ۵/۵۹ کیلو گرم در هکتار محصول افزایش یافت (یزدی صمدی و همکاران ۱۳۸۱).

مواد و روشها

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر کارایی مصرف آب و عملکرد محصول کلزا این طرح با چهار سطح ۵۰، ۱۰۰، ۷۵ و ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه بر روی چهار رقم عمده کلزا (Licord, SLM046, Okapi, Reg Cobra) در قالب طرح اسپلینت پلات با طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در مزرعه ۴۰۰ هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج به اجراء درآمد. در این طرح سطوح مختلف آبیاری به عنوان پلات اصلی و ارقام گیاه به عنوان پلات فرعی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. طول هر کرت آزمایش ۴ متر بود. هر کرت دارای ۳۲ خط کشت به فاصله ۳۰ سانتیمتر از همدیگر و روی هر پشته دو ردیف کلزا کشت گردید. بنابراین ابعاد کرتها ۲/۱۰×۴ متر بوده است. در هر کرت ۸ ردیف کاشت به هر یک از رقم‌ها اختصاص یافت. فاصله کرتها از یکدیگر ۱/۸ متر و فاصله تکرارها از یکدیگر ۳ متر در نظر گرفته شد. میزان بذر مصرفی ۸ کیلو گرم در هکتار بوده است. تبخیر و تعرق پتانسیل (ETp) گیاه از روش پنمن-مانتیس با استفاده از داده‌های هواشناسی ایستگاه کرج محاسبه گردید. منحنی ضریب گیاهی (Kc) کلزا با روش ارائه شده در نشریه شماره ۵۶ سازمان خوار و بار کشاورزی جهانی ترسیم شد (یزدی صمدی و همکاران ۱۳۸۱). نیاز خالص آبیاری (ETc) در هر نوبت، از ضرب مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل در ضریب گیاهی همان مرحله از رشد گیاه برآورد و با در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۹۰ درصد به صورت حجمی آب آبیاری به کرت‌های آزمایش اضافه شد. (علت بالا بودن راندمان آبیاری این است که از محل منبع تا ابتدای کرت‌ها انتقال آب به وسیله لوله انجام شد و طول کرتها نیز کوچک در نظر گرفته شده بود) دور آبیاری با در نظر گرفتن مقدار آب قابل دسترس (FC-PWP) در عمق توسعه ریشه گیاه کلزا، ضریب تخلیه مجاز ۵۰٪ و مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل محاسبه شده، تعیین گردید. ظرفیت نگهداری آب در خاک مزرعه محل آزمایش معادل ۱۱۴ میلیمتر در یک متر عمق خاک محاسبه گردیده است. در پایان آزمایش از وسط هر کرت بطور

تصادفی چهار بوته انتخاب گردید، و فاکتورهای ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد محصول دانه اندازه‌گیری شد. کارایی مصرف آب برای هر سطح آبیاری و هر رقم کلزا محاسبه گردید. با استفاده از نرم‌افزار MSTATC تجزیه واریانس داده‌ها انجام گردید و ارقام میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن با هم مقایسه گردید.

نتایج و بحث

از تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌های عملکرد و اجزای عملکرد نتایج زیر حاصل گردید.

۱- عملکرد

اثر ساده سطوح آبیاری از لحاظ عملکرد دانه محصول در سطح ۱٪ معنی‌دار بود و میانگین‌ها از نظر این صفت در سه گروه آماری قرار گرفتند. سطح آبیاری ۷۵ درصد با عملکرد محصول ۲۷۲۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار در گروه A، و سطح آبیاری ۵۰ درصد با عملکرد محصول ۱۹۱۲ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار در گروه C قرار گرفت (جدول ۱ و ۲). اثر ساده ارقام مورد آزمون نیز از نظر این صفت در سطح ۱٪ معنی‌دار بود و میانگین‌ها در دو گروه آماری جداگانه قرار گرفتند. رقم Reg Cobra با عملکرد محصول ۲۷۸۳ کیلوگرم در هکتار در گروه A و رقم Licord با عملکرد ۲۱۳۲ کیلوگرم در هکتار در گروه B قرار گرفت (جدول ۱ و ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و رقم از لحاظ این صفت در سطح ۱۰٪ معنی‌دار شد. رقم Reg Cobra در سطح آبیاری ۷۵ درصد با عملکرد محصول ۳۲۲۹ کیلوگرم در هکتار در گروه A و رقم Licord در سطح آبیاری ۵۰ درصد با عملکرد محصول ۱۷۰۹ کیلوگرم در هکتار در گروه B قرار گرفتند (جدول ۳). اثر سطوح آبیاری، رقم و اثر متقابل آنها بر ارتفاع بوته‌ها معنی‌دار نبود. اثر سطوح آبیاری بر تعداد شاخه فرعی در بوته‌ها در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. سطح آبیاری ۷۵ درصد و سطح آبیاری ۱۰۰ درصد به ترتیب با ۳/۱۶۷ و ۳/۰۶۳ بیشترین تعداد شاخه فرعی و در گروه A، و سطح آبیاری ۵۰ درصد با ۲/۵۴۲ کمترین تعداد شاخه فرعی و در گروه B قرار گرفتند. ارقام مورد آزمون نیز از نظر این صفت در یک گروه آماری قرار داشتند. اثر متقابل مقدار آب آبیاری و نوع رقم کلزا در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید. رقم Reg Cobra در سطح آبیاری ۱۲۵ درصد و رقم Licord در سطح آبیاری ۷۵ درصد به ترتیب با دارا بودن ۳/۵۰ و ۳/۴۱۷ دارای بیشترین تعداد شاخه فرعی و در گروه A قرار داشتند. رقم Licord در سطح آبیاری ۵۰ درصد با ۲/۳۳۳ کمترین شاخه فرعی داشته و در گروه C قرار گرفت (جدول ۳). اثر سطوح آبیاری و رقم بر تعداد کپسول در بوته‌ها معنی‌دار نبود لیکن اثر متقابل آنها در سطح ۵٪ معنی‌دار بود. اثر سطوح مختلف آبیاری و رقم بر تعداد دانه در کپسول معنی‌دار نبود لیکن اثر متقابل مقدار آب آبیاری و رقم کلزا در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید (جدول ۱، ۲ و ۳). اثر سطوح مختلف کاربرد آب آبیاری و رقم بر وزن هزار دانه کلزا نیز در سطح ۵٪ معنی‌دار نگردید.

شکل (۱) عملکرد ارقام در سطوح مختلف آبیاری را نشان می‌دهد همانطور که در این نمودار ملاحظه می‌گردد در سه رقم Licord, Reg Cobra و SLM۰۴۶ حداکثر عملکرد در شرایط تأمین ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه صورت گرفت و بعد از آن با افزایش مقدار آب آبیاری میزان محصول کاهش یافت لیکن در رقم Okapi با افزایش میزان مصرف آب تا سطح ۱۲۵ درصد مقدار عملکرد نیز افزایش یافت لیکن روند افزایش عملکرد بسیار اندک می‌باشد.

۲- کارایی مصرف آب: اثر ساده سطوح مختلف آبیاری از لحاظ کارایی مصرف آب در سطح ۱٪ معنی‌دار شد و سطوح آبیاری در سه گروه آماری قرار گرفتند. سطح آبیاری ۷۵ درصد با کارایی ۱/۱۱۴ کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی در گروه A و سطح آبیاری ۱۲۵ درصد با کارایی مصرف ۰/۶۸۴ کیلوگرم بر متر مکعب آب در

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد اندازه گیری در تیمارهای مورد آزمایش

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه			میانگین مربعات		
			تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد کپسول در بوته	تعداد کپسول در بوته	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	کارایی مصرف آب
تکرار	۲	۳۹۳/۹۴۷NS	۰/۴۴۷NS	۱۷۸۵/۴۸۴**	۱۱۳/۸۱۴*	۰/۰۳۳NS	۳۸۵۰۴۲/۱۴۶*	۰/۰۶۲*
آبیاری	۳	۲۶۹/۶۷۱NS	۰/۹۰۴*	۵۱/۲۳۳NS	۱۰/۷۵۸NS	۰/۲۹۹NS	۱۴۲۳۸۸۳/۷۲۷**	۰/۳۹۳**
خطای a (Ea)	۶	۴۷۳/۶۶۵	۰/۱۴۶	۱۴۹/۹۴۱	۲۰/۷۹۵	۰/۲۱۴	۴۵۱۷۵/۱۱۸	۰/۰۰۸
رقم	۳	۵۲/۵۸۱NS	۰/۰۵۰NS	۳۱/۹۴۱NS	۲/۴۸۰NS	۰/۱۳۱NS	۱۰۳۱۷۳۱/۳۸۹**	۰/۱۴۰**
آبیاری*رقم	۹	۱۶۳/۹۵۶NS	۰/۱۹۳NS	۳۷/۲۵۵NS	۹/۷۳۹NS	۰/۱۵۸NS	۲۴۲۴۱۵/۵۱۹	۰/۰۲۸
خطای b (Eb)	۲۴	۳۵۹/۵۴۶	۰/۱۶۹	۳۳/۸۴۴	۷/۰۶۳	۰/۱۳۲	۱۶۵۶۸۴/۸۱۹	۰/۰۲۶
جمع کل	۴۷	-	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (%)	-	٪۱۸/۹۱	٪۱۴/۱۳	٪۱۷/۰۲	٪۱۷/۷۵	٪۱۰/۰۹	٪۱۷/۲۵	٪۱۷/۹۰

**معنی دار در سطح ۱ درصد، *معنی دار در سطح ۵ درصد و NS معنی دار نیست

خطای a (Ea): خطای آزمایشی ناشی از اثر متقابل عامل A (آبیاری) با بلوک (یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۸۱)
خطای b (Eb): خطای آزمایشی ناشی از اثر متقابل عامل B (رقم) و اثر متقابل AB (آبیاری*رقم) با بلوک (یزدی صمدی و همکاران، ۱۳۸۱)

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر ساده آبیاری و رقم صفات مورد اندازه گیری در تیمارهای مورد آزمایش

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد کپسول در بوته	تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)	میانگین	
								تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه (گرم)
آبیاری (I)									
۵۰٪ نیاز آبی	۹۴/۶۳a	۲/۵۴۲a	۳۳/۱۰a	۱۴/۱۰a	۳/۵۱۶a	۱۹۱۲c	۰/۹۶۳a		
۷۵٪ نیاز آبی	۱۰۶/۲a	۳/۱۶۷a	۳۷/۲۵a	۱۶/۹a	۳/۸۰۸a	۲۷۲۷a	۱/۱۱۴a		
۱۰۰٪ نیاز آبی	۱۰۰/۸a	۲/۸۷۵ab	۳۳/۸۵a	۱۵/۲۵a	۳/۴۴۵a	۳۴۹۱ab	۰/۸۵۶b		
۱۲۵٪ نیاز آبی	۹۹/۵۴a	۳/۰۶۳a	۳۲/۸۱a	۱۴/۳۵a	۳/۶۱۹a	۳۰۰۸b	۰/۶۸۴c		
رقم (V)									
(V1) Licord	۱۰۲/۲a	۲/۸۵۴a	۳۵/۲۹a	۱۵/۲۷۱a	۳/۶۱۸a	۲۱۳۲b	۰/۸۲۶b		
(V2) SLM046	۱۰۲/۰a	۳/۰۰۰a	۳۵/۸۱a	۱۴/۹۱۷a	۳/۴۸۷a	۲۲۰۱b	۰/۸۵۲b		
(V3) Okapi	۹۸/۶۳a	۲/۸۷۵a	۳۳/۲۷a	۱۴/۳۵۴a	۳/۵۵۲a	۳۳۲۱ab	۰/۸۷۶ab		
(V4) Reg*Co	۹۸/۳۱a	۲/۹۱۷a	۳۲/۳۸a	۱۵/۳۵۴a	۳/۷۳۲a	۲۷۸۳a	۱/۰۶۴a		

اعدادی که دارای حروف مشابه هستند در یک گروه آماری قرار دارند.

گروه C قرار گرفتند (جدول ۱ و ۲). اثر ساده ارقام مورد آزمون نیز از نظر این صفت در سطح ۱٪ معنی دار شدند. رقم Reg Cobra با کارایی مصرف آب ۰/۰۶۴ در گروه A و ارقام Licord و SLM046 به ترتیب با کارایی ۰/۸۲۶۳ و ۰/۸۵۱۸ کیلوگرم بر متر مکعب آب آبیاری در گروه B قرار گرفتند (جدول ۱ و ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل نیز از نظر این صفت در سطح ۱٪ معنی دار گردیده و در سه گروه آماری قرار گرفتند. رقم Reg Cobra در سطح آبیاری ۷۵ درصد با کارایی ۱/۳۱۹ در گروه A، ارقام Licord و SLM046 در سطح آبیاری ۱۲۵ درصد به ترتیب با کارایی ۰/۵۲۸ و ۰/۵۸۲ کیلوگرم بر متر مکعب آب کاربردی در گروه C قرار گرفتند (جدول ۱ و ۲).

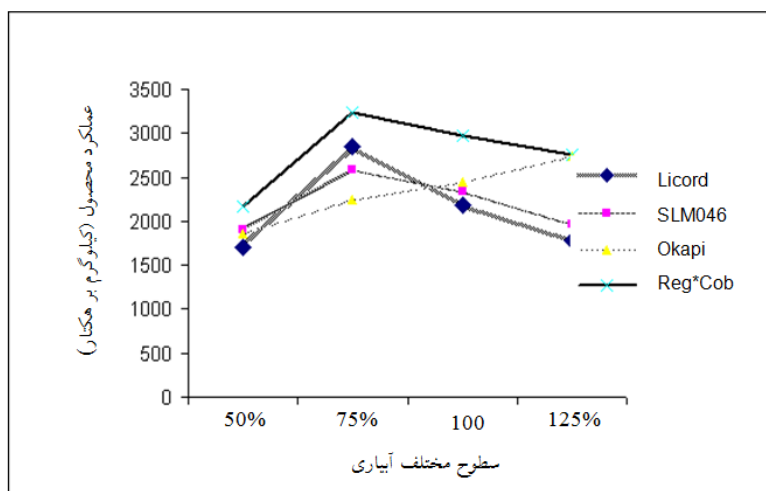
جدول ۳ - مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف آبیاری و رقم در فاکتورهای مورد اندازه‌گیری در تیمارهای مورد آزمایش

تیمار آبیاری × رقم (I*V)	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد کپسول در بوته	میانگین			
				تعداد دانه در کپسول	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	
					کارایی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب آب مصرفی)		
I ₁ V ₁	۱۰۰/۷a	۲/۳۳۳c	۱۶/۵۰ab	۳۹/۷۵ab	۳/۴۰۰bc	۱۷۰۹f	۰/۸۶۱bc
I ₁ V ₂	۱۰۰/۳a	۲/۸۳۳abc	۱۳/۶۷b	۳۱/۲۵ab	۳/۳۳۳bc	۱۹۱۱ef	۰/۹۶۳abc
I ₁ V ₃	۹۱/۱۷a	۲/۵۰۰bc	۱۳/۷۵b	۳۰/۸۳ab	۳/۴۸۰abc	۱۸۵۲ef	۰/۹۳۳abc
I ₁ V ₄	۸۶/۴۲a	۲/۵۰۰bc	۱۳/۵۰b	۳۰/۵۸ab	۳/۸۵۰ab	۲۱۷۴cdef	۱/۰۹۵ab
I ₂ V ₁	۱۰۹/۷a	۳/۴۱۷a	۱۸/۵۰a	۳۵/۷۵ab	۳/۸۸۰ab	۲۸۵۰abc	۱/۱۶۴ab
I ₂ V ₂	۱۰۷/۴۲a	۳/۲۵۰ab	۱۵/۵۰ab	۴۲/۰۰a	۳/۴۶۰abc	۲۵۸۴abcde	۱/۰۵۵ab
I ₂ V ₃	۱۰۹/۳a	۳/۱۶۷ab	۱۴/۲۵ab	۳۸/۹۲ab	۳/۸۷۳ab	۲۳۴۷bcdef	۰/۹۱۸abc
I ₂ V ₄	۹۸/۳۳a	۲/۸۳۳abc	۱۶/۵۰ab	۳۲/۳۳ab	۴/۰۲۰a	۳۳۲۹a	۱/۳۱۹a
I ₃ V ₁	۱۰۶/۸a	۲/۸۳۳abc	۱۳/۴۲b	۳۱/۹۲ab	۳/۴۳۳abc	۲۱۸۹bcdef	۰/۷۵۲bc
I ₃ V ₂	۹۲/۳۳a	۲/۸۳۳abc	۱۶/۴۲ab	۳۷/۱۷ab	۳/۶۶۳abc	۲۳۴۴bcdef	۰/۸۰۶bc
I ₃ V ₃	۹۴/۲۵a	۳/۰۰۰abc	۱۴/۲۵ab	۳۳/۵۰ab	۳/۴۸۷abc	۲۴۵۲abcdef	۰/۸۴۳bc
I ₃ V ₄	۱۰۸/۷a	۲/۸۳۳abc	۱۶/۹۲ab	۳۱/۷۵ab	۳/۱۹۷c	۲۹۸۰ab	۱/۰۲۴ab
I ₄ V ₁	۹۱/۶۷a	۲/۸۳۳abc	۱۳/۶۷b	۳۳/۷۵ab	۳/۷۶۰abc	۱۷۸۲f	۰/۵۲۸c
I ₄ V ₂	۱۰۶/۸a	۳/۰۸۳abc	۱۴/۰۸ab	۳۲/۸۳ab	۳/۴۹۰abc	۱۹۶۴def	۰/۵۸۳c
I ₄ V ₃	۹۹/۸۳a	۲/۸۳۳abc	۱۵/۱۷ab	۲۹/۸۳b	۳/۳۶۷bc	۲۳۲۵abcd	۰/۸۱۰bc
I ₄ V ₄	۹۹/۸۳a	۳/۵۰۰a	۱۵/۵۰ab	۳۴/۸۳ab	۳/۸۶۰ab	۲۷۵۰abcd	۰/۸۱۵bc

اعدادی که دارای حروف مشابه هستند در یک گروه آماری قرار دارند.

۳-۴- نتیجه‌گیری:

نتایج آزمایش بیانگر آن است که عملکرد محصول کلزا و کارایی مصرف آب آبیاری تحت تأثیر معنی دار مقدار آب آبیاری قرار دارد بطوری که کاهش ۲۵ درصد آب آبیاری نسبت به نیاز آبی گیاه (سطح آبیاری ۷۵ درصد) بعد از سبز شدن کامل برای عملکرد دانه مطلوب بوده و بیشترین عملکرد را دارد. کاهش ۵۰ درصد آب آبیاری (سطح آبیاری ۵۰ درصد) باعث کاهش شدید عملکرد دانه گردید. نتایج مشابهی توسط ولیزادگان و غفاری (۱۳۸۱) و پازوکی و همکاران (۱۳۸۱) گزارش شده است. همچنین افزایش ۲۵ درصد آب آبیاری نسبت به نیاز آبی گیاه (سطح آبیاری ۱۲۵ درصد) باعث کاهش محصول دانه گردید. بنابراین سطح مطلوب آب آبیاری به میزان ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه شناخته شد. از بین ارقام مورد آزمایش در سه رقم SLM۰۴۶, Reg Cobra و Licord نتایج مشابه و سطح مطلوب آبیاری ۷۵ درصد بود و در رقم Okapi با افزایش میزان آب آبیاری تا ۱۲۵ درصد نیاز آبی گیاه افزایش ناچیزی در عملکرد مشاهده گردید ولی مقدار آن معنی‌دار نیست. همچنین نتایج بیانگر آن است که کاهش ۲۵ درصد آب آبیاری (نسبت به نیاز آبی گیاه) برای



شکل ۱- عملکرد ارقام در سطوح مختلف کاربرد آب آبیاری

کارایی کاربرد آب آبیاری مطلوب بوده و باعث افزایش آن گردید. کاهش ۵۰ درصد آب آبیاری در سه رقم Licord , SLM046 و Reg Cobra باعث کاهش، و در رقم Okapi باعث افزایش کارایی مصرف آب آبیاری گردید لیکن مقدار افزایش معنی دار نبود. افزایش ۲۵ درصد آب آبیاری (نسبت به نیاز آبی گیاه) باعث کاهش کارایی مصرف آب آبیاری در کلیه ارقام گیاه گردید. بنابراین نتایج رقم هیبرید Reg Cobra بهترین رقم از نظر کارایی مصرف آب شناخته شد. در نتیجه سطح ۷۵ درصد آبیاری بهترین مقدار آب آبیاری و رقم هیبرید Reg Cobra بهترین رقم در منطقه کرج شناخته شد.

۵- پیشنهادات:

- از مطالب ذکر شده در مبحث نتایج، یافته‌ها و توصیه‌های زیر قابل استنتاج است:
 - ۱- عملکرد محصول کلزا تحت تأثیر معنی دار مقدار آب مصرفی قرار دارد بطوری که با کاهش میزان آب به میزان ۳۸٪ نیاز آبی، مقدار محصول به اندازه ۳۰ درصد کاهش یافته است. بنابراین اعمال تنش آبی ۵۰٪ (بعد از سبز شدن کامل گیاه) توصیه نمی‌گردد.
 - ۲- عملکرد مطلوب محصول در تأمین آب به میزان ۸۴٪ برآورد نیاز آبی بدست آمد. (سطح ۷۵ درصد) یعنی مقدار آب ۲۵۰۰ متر مکعب در هکتار همراه با مقدار ۱۳۸ میلی متر بارندگی که در سال انجام آزمایش (۸۳-۸۲) به وقوع پیوست برای کلزا در منطقه کرج مناسب می‌باشد و چنانچه بارندگی مؤثر از مقدار مذکور کمتر باشد باید به نسبت آن به مقدار آب آبیاری افزود. این نتیجه منطبق با نتایج بدست آمده توسط پازوکی و ولیزادگان می‌باشد.
 - ۳- کاهش ۱۶ درصدی آب آبیاری مصرفی نسبت به برآورد نیاز آبی کلزا بسیار مفید است، زیرا علاوه بر صرفه‌جویی ۴۶۶ متر مکعب آب کاربردی در هکتار، مقدار محصول نیز نسبت به تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه افزایش یافته است. در صورت کاهش مقدار آب مصرفی به میزان ذکر شده، به ازای هر ۶/۲۵ هکتار می‌توان مقدار آب لازم برای افزایش یک هکتار سطح زیر کشت کلزا را تأمین نمود.

۴- در بین ارقام مورد آزمایش ، رقم Reg Cobra که رقم هیبریدی است، با عملکرد ۲۷۸۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار عملکرد محصول را تولید نمود و در صورت استفاده از این رقم به جای ارقام Licord و SLM046 و Okapi به ترتیب به میزان ۲۳/۳۹٪، ۲۰/۹۴٪ و ۱۶/۶٪ عملکرد محصول افزایش می یابد.

۵- از نظر کارایی مصرف آب سطح ۷۵ درصد و رقم Reg Cobra بیشترین کارایی مصرف آب آبیاری را به خود اختصاص دادند بنابراین رقم Reg Cobra با سطح آبیاری ۷۵ درصد توصیه می گردد.

۶- می توان کلزا را ۱۶٪ کمتر از برآورد نیاز آبی توسط رابطه پنمن مانتیس فائو آبیاری نمود و رقم Reg Cobra نیز به عنوان بهترین رقم برای دستیابی به عملکرد بالاتر در شرایط بدون تنش و با تنش آبی توصیه می گردد.

۷- چنانچه کشت کلزا همراه با تنش آبی مورد نظر باشد توصیه می گردد، حتماً خاک آب و آبیاری یک مرحله بعد از آن ، بطور کامل انجام شود تا بذور کاشته شده در سطح مزرعه بطور یکنواخت جوانه زده و سبز شوند.

۶- منابع و مأخذ:

- پازوکی، ع. ر.، ق.، نور محمدی، ر.، ضرغامی، ا. ح.، شیرانی راد و ح.، ایران نژاد. (۱۳۸۱). مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی. دانشگاه آزاد اسلامی. شماره ۳: صفحه ۸۹-۹۶.
- حقایقی مقدم، ا.، ف.، جاوید فر، ا.، دهقانان، ا.، الحانی، ا.، ولیزادگان، م.، غفاری، ک.، اخوان، ص.، سیف امیری، ه.، افشار و ع.، طوسی فلاح. (۱۳۸۳). بررسی تأثیر آرایش کاشت و روش آبیاری بر کارایی مصرف آب، کمیت و کیفیت کلزا. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی - کرج.
- دهشیری، ع.، م. ر.، احمدی، ز.، طهماسبی سروستانی. (۱۳۷۷). عکس العمل ارقام کلزا به تنش آب. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات کرج - ایران. ص ۲۹۱-۲۹۲.
- شیرانی راد، ا. ح. (۱۳۸۰). تعیین زمان مناسب آخرین آبیاری در زراعت ارقام کلزا. نتایج تحقیقات کلزا در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰. موسسه تحقیقات و تهیه نهال و بذر، ص ۱۹-۱۸.
- فرجی، ا. (۱۳۸۲). ارزیابی عملکرد، اجزاء عملکرد و خصوصیات رویشی ژنوتیپ های جدید کلزا در منطقه گنبد. نشریه علمی-پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر جلد ۹ شماره ۴، ص ۴۴۶-۴۳۵.
- کیمبر، و. (۱۳۷۸). کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به نژادی-تکنولوژی زیستی). عزیز، م.، ا.، سلطانی و س.، خاوری خراسانی. جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۰ صفحه.
- ولیزادگان، ا. و م.، غفاری. (۱۳۸۱). بررسی اثر کم آبیاری روی عملکرد کمی و کیفی دو رقم کلزا در منطقه خوی، نتایج طرحهای تحقیقاتی کلزا. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی - کرج. صفحه ۹.
- هومز، م. (۱۳۷۷). تغذیه گیاه روغنی کلزا. احمدی، م. ر. و ف.، جاوید فر. کمیته دانه های روغنی. شرکت سهامی خاص کشت و توسعه دانه های روغنی. ۱۹۴ صفحه.
- یزدی صمدی، ب. رضائی، ع. و ولی زاده، م. (۱۳۸۱). طرح های آماری در پژوهش های کشاورزی. دانشگاه تهران. ۶۹۷ صفحه.
- Allen G.R, Pereira L. S , Raes .D, and Smith .M. 1998 . Crop evapotranspiration Guide Lines for computing crop water requirements. FAO .Irrigation and drainage paper 56
- Anonymous .1985. Canola production in Alberta Agr. Field Crops Branch AGDEX 149/20-1.
- Aujla M.S.,C. J. Singh K. Kumar and B. S. Sandhu. 1992. Efficiency of different methods of Irrigation in indian rape (Brassica napus). Journal of Arid Environments. (22)(4) :369-374
- Fatth U. G.,K.K.Kalyanasundaram,A.T. Patel and .M. Patel. 1989. Importance of oilseeds in national economy and scope for improvement. Seeds and Farms. 15(3):3-6
- Krogman, K. K. and E . H. Hobbs.(1975). Yield and morphological response of rape to irrigation and fertilizer treatments.,,can. J. sci. 55 (4), 903
- Krogman, K.K. and Hobbs, E.H. (1975). Yield morphological response of rape (Brassica campestris L. cv. Span) to irrigation and fertilizer treatments. Canadian Journal of Plant Science 55,903-909.

- Mendham, N.J., Russell, J. and Buzza, G.C. (1984). The contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of oil-seed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 114, 275-283.
- Mendham, N.J., Rao, M.S.S. and Buzza, G.C. (1991). The apetalous flower character as a component of a high yielding ideotype. In: McGregor, D.I. (ed.) *Proceedings of the 8th International Rapeseed Congress, Saskatoon, Canada. Organizing Committee, Saskatoon*, pp. 596-600.
- Munoz F.I. and J. I. M. Fernandez. 1979. Effects of different levels of Irrigation on yield of a crop rape (*Brassica napus* L. var. Midas) in south east Spain. *Proceedings of the 5th International Rapeseed Conference*, 1:254-256.
- Nielsen, D.C. (1996). Potential of canola as a dryland crop in northeastern Colorado. P. 281-287.
- Richards, R.A. (1978). Variation within and between species of rapeseed (*Brassica campestris* and *B. napus*) in response to drought stress. III. Physiological and physicochemical characters. *Australian Journal of Agricultural Research* 29, 491-501.
- Richards, R.A. and Thurling, N. (1978a). Variation between and within species of rapeseed (*Brassica campestris* and *B. napus*) in response to drought stress. I. Sensitivity at different stages of development. *Australian Journal of Agricultural Research* 29, 469-477.
- Richards, R.A. and Thurling, N. (1978b). Variation between and within species of rapeseed (*Brassica campestris* and *B. napus*) in response to drought stress. II. Growth and development under natural drought stresses. *Australian Journal of Agricultural Research* 29, 479-490.
- Sims, J.R., D.J. Solum, D.M. Wichman, G.D. Kushnak, L.E. Welty, G.D. Jackson, G.F. Stallknecht, M.P. Westcott, and G.R. Carlson. (1993). Canola variety yield trials. *Montana State University Ag. Expt. Sta., Bozeman, Montana Ag. Research* 10:15-20.
- Thurling, N. (1974). Morphophysiological determinants of yield in rapeseed (*Brassica campestris* and *Brassica napus*). II. Yield components. *Australian Journal of Agricultural Research*, 25: 711-721.
- Thurling, N. and Kaveeta, R. (1992). Yield improvement of oilseed rape (*Brassica napus* L.) in a low rainfall environment. I. Utilization of genes for early flowering in primary and secondary gene pools. *Australian Journal of Agricultural Research*, 43: 609-622.