تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد سیزدهم، شماره سوم، پائیز ۱۳۹۹
۷۹۳-۸۰۳
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2203.1551

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر دور آبیاری و کود نیتروژنه بر عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.) (رقم پائیزه)

مختار داشادی[1*]، شهرام گودرزی[2]، عبدالوهاب عبدالهی[3]

۱. استادیار پژوهش معاونت سرارود، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم ، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران
۲. عضو هیئت‌علمی گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول
۳. استادیار پژوهش معاونت سرارود، مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۰۲

چکیده

با توجه به اهمیت کلزا در تولید روغن بررسی نهاده‌های مختلف تولید این محصول از اهمیت بسزایی برخوردار است. بدین‌منظور آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و به مدت دو سال زراعی (۸۲ و ۸۳) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد اجرا گردید. در این طرح سه دور آبیاری شامل ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A به‌عنوان کرت اصلی و کود نیتروژن از منبع اوره در سه سطح ۱۱۲، ۱۶۰ و ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار به‌عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شد. بذر استفاده‌شده رقم Regent × Cobra بود. نتایج نشان داد که حداکثر عملکرد دانه مربوط به تیمارهای ۵۰ و ۷۵ میلی‌متر با میزان عملکرد به ترتیب ۳۱۴۶ و ۳۱۶۵ کیلوگرم بر هکتار بود که با تیمار ۱۰۰ میلی‌متر با میزان عملکرد ۲۶۸۴ کیلوگرم بر هکتار اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱٪ نشان دادند همچنین بیشترین تعداد دانه در غلاف و غلاف در بوته از تیمار ۵۰ میلی‌متر به دست آمد. بیشترین کارایی مصرف آب در تیمار ۱۰۰ میلی‌متر با میزان ۰/۳۹۴ کیلوگرم در مترمکعب بود که با سایر تیمارها در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشت. تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژنه بر صفات اندازه‌گیری شده از قبیل کارایی مصرف آب، عملکرد دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه معنی‌دار شد. اثرات متقابل آبیاری و کود نیتروژن بر همه شاخص‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار شد و بیشترین عملکرد از تیمار ۷۵ میلی‌متر و ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار اوره با میزان ۳۴۹۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان از تیمار۱۰۰ میلی‌متر و ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار اوره با میزان ۲۴۰۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد؛ بنابراین جهت افزایش عملکرد محصول کلزا تحت شرایط آب و هوایی بروجرد مصرف کود نیتروژنه به میزان ۰/۷ برابر توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب و دور آبیاری بر اساس ۷۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: **تنش آبی، درصد روغن، عملکرد دانه، نیتروژن**

مقدمه

در سال‌های اخیر رشد بی‌رویه جمعیت و عدم تعادل بین تولید و مصرف روغن نباتی خروج ارز و سرمایه ملی را از کشور در پی داشته، به‌طوری‌که در حال حاضر تنها کمتر از ۱۰ درصد روغن نباتی موردنیاز در داخل کشور تولید می‌گردد (Rezaei and Malekoty, 2000). بررسی‌ها نشان می‌دهد که کشور ایران برای رسیدن به تولید مطلوب و خودکفایی روغن نباتی از امکانات و استعداد کافی برخوردار است. در سال‌های اخیر کلزا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نباتات روغنی در جهان موردتوجه قرار گرفته است. با توجه به سیاست جاری وزارت جهاد کشاورزی در جهت رفع وابستگی به روغن نباتی و استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی ازجمله کودهای نیتروژنه که مصرف بسیار بالایی دارند همواره یکی از اهداف برجسته در طرح‌های تحقیقاتی بوده است (Khademi et al., 2000). از سوی دیگر آب به‌عنوان حیاتی‌ترین و باارزش‌ترین ماده طبیعت رکن اصلی کشاورزی محسوب می‌شود. با توجه به کمبود آب خصوصاً در کشور ما که ازنظر

* نگارنده پاسخگو: مختار داشادی. پست الکترونیک: mokhtar336@yahoo.com

جغرافیایی در منطقه خشک و نیمه‌خشک واقع شده است، لزوم بالا بردن راندمان آبیاری و افزایش کارایی مصرف توأم آب و کود ضروری است. اجزای عملکرد در کلزا از تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه تشکیل می‌شود در تحقیقی که در بریتانیا انجام گرفت مشخص شد که تعداد غلاف در واریته ویکتور تا اندازه زیادی تحت تأثیر تاریخ کاشت و اختلافات فصلی بود به‌طوری‌که تعداد غلاف از ۱۴۱۰ تا ۳۴۷۰ عدد در مترمربع متغیر بود ولی تعداد دانه (۱۷/۱ تا ۱۹/۱) و وزن دانه (۴/۴۵ تا ۴/۹۲ گرم) تغییرات کمی نشان می‌دادند (Ahmadi and Javidfar, 1998).

کلزا در محدوده وسیعی از خاک‌ها رشد می‌کند، ولی مناسب‌ترین اراضی برای رشد کلزا، خاک‌هایی با بافت متوسط، زهکشی مناسب، مواد آلی کافی و اسیدیته حدود ۶/۵ است. کلزا در شرایط ایستابی، سیلابی و زهکشی ضعیف زمین و اسیدیته پایین‌تر از ۵/۵ نباید کشت شود (Dehshiri, 1999). تنش خشکی در مرحله گلدهی سبب کاهش طول دوره گلدهی، کاهش تعداد گل و کاهش عملکرد دانه در بوته می‌شود زیرا در این زمان گیاه از رشد رویشی مناسبی برخوردار بوده و تنش در این دوره از فعالیت گیاه می‌تواند رشد را کند کرده و مراحل بعدی رشد را نیز متأثر نموده و گیاه قادر به جبران این نقصان در مراحل پیشرفت نخواهد بود (Ganjeali and Nezami, 2008).

نیاز کلزا به آب تقریباً بالاست و با فصل، سال و شرایط محلی تغییر می‌یابد در شرایطی که نور خورشید و درجه حرارت زیاد، رطوبت کم و باد بیشتر است نیاز آبی کلزا در بیشترین حد خود است. در طول دوره خشکی عملکرد کلزا به‌خصوص در خاک‌های سبک کاهش می‌یابد. تنش رطوبتی منجر به کاهش قابل‌توجه عملکرد می‌شود که بسته به مراحل رشد این کاهش متفاوت است. تنش رطوبتی در طول مراحل اولیه رویشی، اندازه بذر، رشد ریشه و تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد. که با آبیاری و یا بارندگی می‌تواند به حالت طبیعی برگردد ولی گیاهان زودتر به مرحله بلوغ می‌رسند و عملکرد کاهش می‌یابد. تنش رطوبتی در طول دوره گلدهی تا مرحله رسیدگی به دلیل کاهش در شاخه‌دهی، تعداد غلاف، طول غلاف، اندازه و تعداد دانه‌ها در غلاف باعث کاهش شدید عملکرد می‌شود. که اثرات فوق اگر تنش رطوبتی با درجه حرارت زیاد محیط توأم باشد تشدید می‌شود. در آزمایش‌های متعدد دیگر آمده است که تنش خشکی در طول دوره زایشی منجر به کاهش تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه و نهایتاً عملکرد دانه می‌شود (Khademi et al., 2000). نصری و همکاران (Nasri et al., 2012) اثر آبیاری تکمیلی را بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه نخود بررسی کردند و بیان نمودند که صفات شاخص برداشت، وزن صد دانه و تعداد دانه در بوته تحت تأثیر آبیاری تکمیلی قرار گرفتند. انجام آبیاری ارزن درزمانی که مجموع تبخیر از تشت کلاس A، 83 میلی‌متر بود محصول را ۲۴ درصد نسبت به آبیاری در زمانی که مجموع تبخیر از تشت کلاس A 56 میلی‌متر باشد کاهش داد، درصورتی‌که انجام آبیاری در زمانی که مجموع تبخیر از تشت کلاس A، 67 میلی‌متر بود، با کاهش ۱۹ درصد آب آبیاری مقدار محصول ۱/۳ درصد کاهش داشت (Vanagamudi et al., 1984).

کلزا در مرحله اولیه رشد نسبتاً پربرگ است و کمبود ازت می‌تواند رشد برگ را به تأخیر و محصول را کاهش دهد. همچنین معلوم شده است که افزایش تعداد برگ به دلیل آنکه جریان مواد غذایی را به‌سوی گل و غلاف را حفظ می‌کند منجر به افزایش محصول می‌شود. افزایش محصول، بیشتر از آنکه ناشی از افزایش وزن غلاف یا بذر باشد مولود تعداد بیشتر بذور غلاف‌های رسیده شده است (Allen et al., 1972; Henry et al., 1978; Scott et al., 1973). مصرف نیتروژن در کلزا نه‌تنها از ریزش گل‌ها جلوگیری می‌کند بلکه باعث افزایش تعداد شاخه‌های جانبی و عملکرد دانه می‌شود (Ashori and Mohamadi Raoshan, 2001). اختلاف عملکرد در اثر مصرف سطوح مختلف نیتروژن می‌تواند به دلیل تأثیر مثبت نیتروژن بر افزایش تعداد غلاف در بوته باشد (Godarzi, 1998). توصیه کودی نیتروژنه برای کلزا در مناطق مختلف دنیا در شرایط فاریاب و دیم به ترتیب بین ۱۲۰-۴۰ و ۶۰-۳۰ کیلوگرم در هکتار است (Tandon, 1998).

نتایج آزمایش‌های شریعتمداری و حامدی (Shariatmadari and Hamedi, 1997). در ارتباط با بررسی اثرات منابع و میزان‌های مختلف کودهای نیتروژنه بر عملکرد کمی و میزان روغن کلزا نشان داد که بکار بردن کود اوره به میزان ۱۸۰ کیلوگرم ازت در هکتار بیشترین عملکرد را داشته است. مصرف نیتروژن زیاد در مراحل زایشی سبب بالا رفتن میزان پروتئین و کاهش میزان روغن می‌گردد (Kimber and Mcgregore, 1995).

احمدی و جاویدفر (Ahmadi and Javidfar, 1998)، گزارش نمودند که در مورد تقسیط نیتروژن، آزمایش‌ها در

دیگر کشورها بسیار متفاوت است ولی در شرایطی که رطوبت تأمین شود استفاده آن در سه مرحله کاشت، روزت و قبل از گلدهی احتمالاً بهتر است. جاویدفر و فروزان (Shahidi and Forozan, 1997) برای شرایط شمال کشور میزان ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره را توصیه نموده‌اند.

خادمی و همکاران (Khademi et al., 2000) گزارش دادند که در کشت‌های آبی تحت شرایطی که رشد کلزا مطلوب باشد مصرف بالای کود ازته شاید لازم و اقتصادی باشد ولی تحت شرایط خشک واکنش کلزا نسبت به کود نیتروژن کمتر است. آزمایش‌های مختلف نشان داده‌اند که تنش خشکی در طول دوره زایشی منجر به کاهش تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف و کم وزن شدن دانه در طول دوره پر شدن دانه می‌گردد. کلارک و سیمسپون (Clark and Simpson, 1978)، اشاره به اثرات مثبت آبیاری برای همه اجزاء عملکرد کلزای بهاره *B. napus* کرده‌اند. در این آزمایش آب بزرگترین محدودیت عملکرد را تشکیل می‌داد به‌طوری‌که در شرایط شاهد با آب باران عملکرد کمتر از یک‌تن در هکتار به دست آمد،حال‌آنکه کرت‌های آبیاری شده بیش از ۲/۵ تن در هکتار عملکرد تولید نمودند. اسماعیل (Ismail, 2016) با بررسی سطوح آبیاری، فاصله ردیف و فاصله بوته روی ردیف کلزا بر بهره‌وری آبیاری، عملکرد دانه و روغن کلزا گزارش نمود که کاهش فاصله ردیف و فاصله بوته روی ردیف عملکرد دانه و بهره‌وری آبیاری را افزایش داد. بهترین ترکیب برای عملکرد دانه تیمار آبیاری کامل، کمترین فاصله ردیف و کمترین فاصله بوته روی ردیف بود.

احمد دار و همکاران (Ahmad Dar et al., 2016) اظهار داشتند که آبیاری گندم در ۱۵٪ کاهش ظرفیت مزرعه (FC) به روش قطره‌ای علاوه بر حفظ آب آبیاری عملکرد دانه بیشتری نسبت به روش سنتی تولید نمود. هرگرت و همکاران (Hergert et al., 2016) با بررسی عملکرد و بهره‌وری آب در کم‌آبیاری در کلزای بهاره دریافتند که محتوی روغن با آبیاری در سال‌های خشک افزایش یافت ولی در سال‌های با بارندگی بیشتر از میانگین، اثری نداشت. راتور و همکاران (Rathorea et al., 2017) در تحقیقی بر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب و نیتروژن در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن در گندم اظهار داشتند که کم‌آبیاری متوسط (۸۰ درصد آبیاری کامل) بزرگترین بهره‌وری آب را داشت که باعث کاهش ۱۷ درصدی مصرف آب با کاهش ۵ درصد در عملکرد دانه نسبت به آبیاری کامل شد. کارایی مصرف نیتروژن با کاهش آبیاری و مصرف بیشتر نیتروژن کم شد. نتایج نشان داد که کم‌آبیاری متوسط با ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن عملکرد دانه و بهره‌وری آب قابل قبولی از گندم را در نواحی خشک فراهم می‌کند. آزمایش‌هایی که مینخوا (Mingeau, 1974)، در فرانسه تحت شرایط کنترل‌شده با کلزای بهاره انجام داد به این نتیجه رسید، که دوره رشد گیاه به هشت مرحله تقسیم شد که در هر یک از آن‌ها گیاه با تنش آب درگیر می‌شد. برای به دست آوردن حداکثر تبخیر تعرق و امکان مقایسه، گیاهان شاهد آبیاری شدند و بقیه فقط نیمی از مقدار آب لازم خود را دریافت کردند. نتایج نشان داد که مرحله نمو دانه حساس‌ترین مراحل رشد گیاه کلزای بهاره به تنش آب است. در این زمان تعداد دانه در غلاف توسط تعداد غلاف، فراهمی آب، کربن و مواد معدنی تعیین می‌گردد. اگر کمبود آب وجود داشته باشد، تعداد دانه در غلاف کاهش می‌یابد و در جبران آن طبیعی است که وزن دانه افزایش پیدا می‌کند ولی هیچ‌وقت امکان جبران کامل افت عملکرد وجود نخواهد داشت. مکفرسون و همکاران (Macpherson et al.,1987) گزارش نمودند که آبیاری صحیح قبل از گلدهی می‌تواند تعداد غلاف را به‌جز درزمانی که خشکی شدت می‌گیرد افزایش دهد. تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف نسبت به هم خاصیت جبرانی معکوس دارند. نتایج دیگر در آمریکا نشان داد که در تنش آبی یا حرارتی تأثیر و سودمندی مصرف آب در مرحله گلدهی و گرده‌افشانی بیشتر بوده است (Hang and Gilliland, 1991). بر این اساس این تحقیق به‌منظور دستیابی به مناسب‌ترین دور آبیاری و میزان کود نیتروژنه بر عملکرد کلزا (رقم پائیزه) انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد به مساحت ۱۴۰ هکتار در شمال غرب استان لرستان در ۴۸ درجه و ۵۵ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۴۰ دقیقه عرض شمالی در قسمت میانی دشت یک‌صد هزار هکتاری سیلاخور واقع گردیده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۴۷۶ متر است. شرایط جغرافیایی و توپوگرافی دشت سیلاخور در دامنه رشته‌کوه‌های زاگرس میانی نقش مؤثری در تنوع اقلیمی منطقه داشته و آب‌وهوای نسبتاً متغیری را نشان می‌دهد. این منطقه دارای زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های نسبتاً معتدل و خشک است. به‌طور متوسط میزان بارندگی سالیانه ۳۸۲/۷ میلی‌متر که بیشترین مقدار بارش در طی دوره زمانی یادشده مربوط به

ماه آذر با مقدار بارش ۱۳۴/۶ میلی‌متر و کمترین آن در شهریورماه با مقدار بارش ۰/۰۶ میلی‌متر بوده است. میانگین سالانه دمای هوای در سه سال اخیر ۱۴/۸۹ درجه سانتی‌گراد است. حداکثر متوسط ماهانه دمای هوا ۲۷/۲ درجه در مردادماه و حداقل متوسط ماهانه دمای هوا ۱/۶ درجه سانتی‌گراد در بهمن‌ماه است. منطقه ایستگاه بروجرد در واحد فیزیوگرافی دشت‌های دامنه‌ای واقع گردیده است. ازنظر بافت خاک، اراضی ایستگاه دارای بافت متنوعی است ولی قسمت اعظم آن دارای بافت سیلتی-رسی است.

در این تحقیق به‌منظور بررسی سطوح مختلف آبیاری و کود نیتروژنه بر عملکرد محصول کلزا (رقم پائیزه) آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۳ تکرار به مدت دو سال زراعی (۸۲ و ۸۳) اجرا گردید. در این طرح تیمار اصلی دور آبیاری با سه سطح آبیاری بر اساس ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از سطح تشتک کلاس A بود.

میزان تبخیر با استفاده از تشتک تبخیر واقع در ایستگاه تحقیقات هواشناسی که در فاصله تقریبی ۱۰۰ متری محل اجرای طرح بود تعیین گردید میزان تبخیر از تشت مبنای تعیین دور آبیاری هر تیمار، میزان رطوبت خاک پیش از آبیاری مبنای تعیین حجم (ارتفاع) آب موردنیاز بود.

تیمار دوم شامل کود نیتروژنه (از منبع اوره) در سه سطح ۰/۷، یک و ۱/۳ برابر مقدار توصیه شده (به ترتیب معادل ۱۱۲، ۱۶۰ و ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار) بود. میزان کود اوره توصیه‌شده توسط بخش تحقیقات تغذیه گیاهی مؤسسه تحقیقات خاک و آب است که میزان آن بر اساس میزان کربن آلی خاک و پتانسیل تولید منطقه ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره تعیین شد. همچنین پس از تهیه زمین، میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم و کودهای آهن و روی هر یک به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منابع سولفات آهن و سولفات روی بر اساس پتانسیل تولید منطقه و تجزیه خاک به هر کرت اضافه شد (Khademi et al., 2000). کود نیتروژنه (اوره) که تیمار فرعی آزمایش را تشکیل می‌داد به‌صورت تقسیطی و در سه مرحله هنگام کاشت، مرحله ساقه‌دهی و مرحله گلدهی مصرف شد. میزان کود مصرفی در هر قسط ۳۳٪ کل کود موردنیاز در نظر گرفته شد

هر کرت فرعی شامل شش ردیف ۶ متری به فواصل ۳۰ سانتی‌متری از یکدیگر بوده که سطح هر کرت ۱۰/۸ مترمربع بود. فاصله بین هر کرت دو خط نکاشت و فاصله بین هر تیمار آبیاری و هر تکرار به ترتیب ۱/۵ و ۴ متر منظور گردید. در این طرح از رقم Regent × Cobra به‌عنوان رقم غالب کشت منطقه استفاده شد. در مرحله داشت کلیه پارامترهای ویژه زراعی از قبیل وجین، مبارزه با شته با استفاده از سم پریمور صورت گرفت.

جهت تعیین میزان آب موردنیاز تیمارها در هر نوبت آبیاری از رابطه زیر استفاده گردید (Alizadeh, 2001)

$$\text{عمق آب آبیاری} = \frac{(F_c - \theta_v) \times D}{100} \qquad [۱]$$

که در آن Fc: رطوبت حجمی خاک در حالت ظرفیت زراعی؛ θ_v : رطوبت حجمی خاک پیش از آبیاری (درصد رطوبت خاک به روش وزنی تعیین گردید) و D: عمق توسعه ریشه (بر اساس مرحله رشد گیاه تعیین گردید) هستند جهت تعیین عمق توسعه ریشه کرتی خارج از طرح کشت کرده و عمق توسعه ریشه در هر مرحله آبیاری اندازه‌گیری شد. با توجه به اینکه مساحت هر کرت مشخص بود، از حاصل‌ضرب عمق آب آبیاری در مساحت کرت حجم آب آبیاری محاسبه گردید. برای آبیاری مزرعه از سیفون با دبی مشخص استفاده گردید. سپس با استفاده از رابطه (۲) تعیین گردید (Dehghanian, 2016)

$$Q = \frac{V}{t} \qquad [۲]$$

که در آن Q: دبی برحسب $m^3.s^{-1}$، V: حجم آب برحسب m^3 و T: زمان برحسب ثانیه مدت‌زمان آبیاری در هر نوبت آبیاری هستند.

جهت تعیین مجموع آب مصرفی در طول دوره رشد، محاسبه بارندگی مؤثر ضروری بود که از روابط که از روش تعیین باران مؤثر وزارت کشاورزی ایالات‌متحده (USDA) محاسبه و به آب استفاده‌شده از طریق آبیاری اضافه گردید (Quilieean and Alami Sefid Koohi, 2012).

وقتی بارندگی در یک ماه کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر باشد:

$$P_{ef} = {P_{total}(125 - 0.2P_t)}/{125} \qquad [۳]$$

وقتی بارندگی در یک ماه بیش از ۲۵۰ میلی‌متر باشد:

$$P_{ef} = 125 - 0.1P_{total} \qquad [۴]$$

که در آنها Pef: بارندگی مؤثر و Pt: مجموع کل بارندگی در طول دوره رشد هستند. سپس میزان بارندگی مؤثر به میزان آب استفاده‌شده از طریق آبیاری اضافه گردید.

مقادیر تبخیر و بارندگی ماهانه در طول دوره رشد، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک همچنین مشخصات آب مصرفی (تعداد دفعات آبیاری، مجموع آب مصرفی از طریق آبیاری و جمع کل آب مصرفی از طریق آبیاری و بارندگی) به ترتیب در جداول ۱، ۲ و ۳ آمده است.

در اواخر تیرماه محصول به‌صورت دستی برداشت شد. در پایان دوره رشد پارامترهایی از قبیل عملکرد، کارایی مصرف آب، درصد روغن، ارتفاع بوته، تعداد انشعاب در ساقه اصلی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه به‌وسیله نرم‌افزار آماری MSTATC تجزیه مرکب پس از انجام آزمون نرمال بودن داده‌ها انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها به‌وسیله آزمون دانکن انجام شد.

جدول ۱. مقدار بارش ماهانه در سال زراعی (۸۲ و ۸۳)

Table1 Amounts of monthly precipitation and avaporation in crop year (2003-2004).

میزان بارندگی Precipitation (mm)	October مهر	November آبان	December آذر	January دی	February بهمن	March اسفند	April فروردین	May اردیبهشت	June خرداد	Total کل
۱۳۸۲ 2003	11.4	23	67.4	38.6	41.3	80.7	124	1.4	0	387
۱۳۸۳ 2004	3.1	74	73.8	61.7	27.6	26.4	126.7	37.2	0.1	430

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table2-Physicochemistry soil property

عمق Depth (cm)	ظرفیت زراعی Field capacity (0.3 bar)	نقطه پژمردگی withering point (15 bar)	بافت Texture	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($ds.m^{-1}$)	اسیدیته pH	فسفر P (ppm)	پتاسیم K	کربن آلی Organic carbon (%)
0-30	25.1	11.3	Silty–clay	1.5	7.9	3.6	280	0.93

جدول ۳. تعداد آبیاری، مجموع آب مصرفی از طریق آبیاری و جمع کل آب مصرفی از طریق آبیاری و بارندگی در سال اول

Table3. Number of irrigation, water consumption by means of irrigation and total water consumption by means of irrigation and precipitation in the first year and second year

سال Year	تیمار Treatement	تعداد آبیاری Number of irrigation	آب مصرفی در کرت water consumption in plot	آب مصرفی با آبیاری water consumption by means of irrigation	مجموع آب‌مصرفی به‌وسیله آبیاری و بارندگی Total water consumption by means of irrigation and precipitation
			(m^3)	($m^3.ha^{-1}$)	($m^3.ha^{-1}$)
۱۳۸۲ 2003	I_1	6	2.1836	2020.85	3583.96
	I_2	4	1.6523	1529.9	3092
	I_3	2	0.8942	827.96	2390.06
۱۳۸۳ 2004	I_1	3	1.85	1712.96	3192.96
	I_2	2	1.43	1324.07	2804.07
	I_3	0	0	0	1480

I_1، I_2 و I_3، به ترتیب دور آبیاری بر اساس ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک کلاس A

I_1, I_2 and I_3, Irrigation period based on 50, 75 and 100 mm collective evaporation from pan A, respectively.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تأثیر فاکتور آبیاری بر اکثر شاخص‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار شده است (جدول ۴). بیشترین تعداد دانه در غلاف و غلاف در بوته از تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A به دست آمد. افزایش عملکرد در این تیمارها متأثر از تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته است. خادمی و همکاران (Khademi et al., 2000) نیز در آزمایشی به این نتیجه رسیدند که تنش خشکی در طول دوره زایشی منجر به کاهش تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف می‌شود. همچنین مکفرسون و همکاران به این نتیجه رسیدند که تنش بیشتر باعث کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شود (Macpherson et al., 1987). بیشترین کارایی مصرف آب از تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A با میزان ۰/۳۹۴ کیلوگرم در مترمکعب بوده که با سایر تیمارها در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار داشت. تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری بر درصد روغن در سطح ۱٪ معنی‌دار شد به‌طوری‌که با افزایش تنش و کاهش میزان آب بر میزان درصد روغن دانه افزوده شد و بیشترین درصد روغن دانه از اعمال تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A حاصل شده است (جدول ۵). تأثیر مصرف مقادیر مختلف نیتروژن بر اکثر شاخص‌های اندازه‌گیری شده از قبیل کارایی مصرف آب، عملکرد دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه معنی‌دار شد (جدول ۴).

بیشترین وزن هزار دانه و همچنین ارتفاع بوته از اعمال تیمار مصرف ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار اوره با وزن هزار دانه و ارتفاع بوته به ترتیب ۴/۴ و ۱۳۳/۵ سانتی‌متر بود (جدول ۶). آلن و همکاران، هنری و همکاران و اسکوت و همکاران (Allen et al., 1972; Henry et al., 1978; Scott et al., 1973) نیز اظهار داشتند که کمبود نیتروژن در مراحل اولیه رشد می‌تواند رشد برگ را به تأخیر اندازد درنتیجه جریان مواد غذایی به‌سوی گل و غلاف با مشکل مواجه شده باعث کاهش اجزاء عملکرد ازجمله وزن هزار دانه گردد.

با افزایش میزان نیتروژن مصرفی رشد و ارتفاع گیاه نیز افزایش یافته است که این نتیجه به دلیل نقش نیتروژن در رشد رویشی است. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش نیتروژن ابتدا درصد روغن اضافه شده است. با افزایش نیتروژن بیشتر، درصد روغن شروع به کم شدن نموده است هرچند تفاوت معنی‌داری بین تیمارها دیده نشد (جداول ۴ و ۶). کیمبر و مک گرگور (Kimber and Mcgregor, 1995) دریافتند مصرف زیاد نیتروژن در مراحل زایشی سبب بالا رفتن میزان پروتئین و کاهش میزان روغن می‌گردد. اثر

جدول ۴. تجزیه واریانس مرکب صفات مورفولوژیک و کیفی کلزا

Table4. The combined analysis of variance for morphologic and quality rapeseed

S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادی df	درصد روغن Oil percen	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 of seed Weight	ارتفاع بوته plant Height	تعداد انشعاب در ساقه اصلی Number of branch in main stem
Year (Y)	سال	1	0.46^{ns}	0.002^{ns}	80.7^{ns}	0.9^{ns}
Error a	خطای a	4	704.13	0.87	3226.3	71.9
Irrigation (I)	آبیاری	2	33.79^{**}	0.04^{**}	9.2^{ns}	3.3^{*}
I × Y	سال×آبیاری	2	0.46^{ns}	0.001^{ns}	33.7^{ns}	0.07^{ns}
Error b	خطای b	8	10.80	0.02	213.4	0.24
Nitrogen (N)	نیتروژن	2	0.27^{ns}	0.09^{**}	727^{**}	0.78^{*}
N × Y	سال× نیتروژن	2	0.46^{ns}	0.002^{ns}	5.4^{ns}	0.02^{ns}
N × I	آبیاری× نیتروژن	4	3.45^{*}	0.04^{**}	74.4^{**}	1.30^{**}
N× I× Y	سال× آبیاری×نیتروژن	4	0.46^{ns}	0.001^{ns}	2.6^{ns}	0.02^{ns}
Error C	خطای C	24	12.57	0.02	130.6	1.46
CV%	ضریب تغییرات (٪)		*8.1*	*3.6*	*8.9*	*15.3*

جدول ۴. ادامه

Table 4. Continued

S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته Number of pod in plant	تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	عملکرد دانه Seed yield	کارایی مصرف آب WUE
Year (Y)	سال	1	1.5^{NS}	0.00^{NS}	185^{NS}	0.05^{NS}
Error a	خطای a	4	896.8	413	4228520	0.09
Irrigation (I)	آبیاری	2	477.3^{**}	4.9^{**}	1335780^{*}	8.56^{**}
I × Y	سال×آبیاری	2	1.5^{NS}	0.00^{NS}	185^{NS}	0.01^{NS}
Error b	خطای b	8	31.6	2.56	63519	0.01
Nitrogen (N)	نیتروژن	2	12.9^{NS}	15.7^{**}	306626^{**}	1.1^{1**}
N × Y	سال× نیتروژن	2	2.7^{NS}	0.00^{NS}	185^{NS}	0.00^{NS}
N × I	آبیاری× نیتروژن	4	68.7^{**}	15.66^{**}	530101^{**}	8.00^{NS}
N× I× Y	سال× آبیاری×نیتروژن	4	2.7^{NS}	0.0^{NS}	185^{NS}	0.00^{NS}
Error C	خطای C	24	66.9	29.2	95185	0.05
CV%	ضریب تغییرات (٪)		*19.9*	*21.2*	*10.3*	*18.5*

^{ns} و * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and **: Non- significant and significant at the 5 and 1% levels of probability respectively

جدول ۵. تأثیر دور آبیاری بر صفات مورفولوژیک و کیفی کلزا

Table 5. The effect of irrigation period for morphologic and quality rapeseed

تیمار Treatement	کارایی مصرف آب WUE	عملکرد دانه Seed yield	تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	تعداد غلاف در بوته Number of pod in plant	تعداد انشعاب در ساقه اصلی Number of branch in main stem	ارتفاع بوته Plant height	وزن هزار دانه 1000 of seed weight	درصد روغن Oil percent
	($Kg.m^{-3}$)	($Kg.ha^{-1}$)				(cm)	(g)	(%)
I_1	0.3053^{b}	3146^{a}	25.95^{a}	45.7^{a}	8.31^{a}	128.8^{a}	4.3^{b}	42.61^{b}
I_2	0.04428^{c}	3165^{a}	25.54^{b}	42.27^{b}	7.46^{b}	127.4^{a}	4.27^{b}	43.36^{b}
I_3	0.3941^{a}	2684^{b}	24.91^{c}	35.58^{c}	8.00^{a}	128.4^{a}	4.36^{a}	45.27^{a}

عدم تشابه حروف نشانه تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ به‌وسیله آزمون دانکن هست.

In each column, non-similar letters indicate a significant difference at 0.05 probability levey based on Duncan test.

متقابل دور آبیاری و مقادیر مصرف نیتروژن بر همه شاخص‌های اندازه‌گیری شده معنی‌دار شد (جدول ۴). در بین تیمارهای حاصل از اثر متقابل آبیاری و کود ازته بیشترین عملکرد از تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار اوره با میزان ۳۴۹۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان از تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار اوره با میزان ۲۴۰۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول ۷). اسمیت و همکاران (Smith et al., 1988) در آزمایشی که در آن اثرات آبیاری و میزان نیتروژن را بر عملکرد کلزا بررسی کردند به این نتیجه رسیدند که تأثیر توأم آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد دانه کلزا مثبت بوده است.

عملکرد دانه کلزا در سطوح آبیاری ۵۰ و ۷۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A با مصرف نیتروژن کم بهتر بود و با افزایش میزان نیتروژن مصرفی کاهش یافت که این احتمالاً به دلیل افزایش رشد رویشی بیشتر و تخصیص کمتر مواد تولیدی به دانه بوده است (چنانکه آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار اوره بیشترین ارتفاع بوته را داشته است).

جدول ۶. تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیک و کیفی کلزا

Table 6. The effect of N fertilizer treatement for morphologic and quality rapeseed

تیمار Treatement	کارایی مصرف آب WUE	عملکرد دانه Seed yield	تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	تعداد غلاف در بوته Number of pod in plant	تعداد انشعاب در ساقه اصلی Number of branch in main stem	ارتفاع بوته Plant height	وزن هزار دانه 1000 of seed weight	درصد روغن Oil percent
		(Kg.ha^{-1})				(cm)	(g)	(%)
N_1†	0.1307^{c}	3090^{a}	24.59^{c}	42.06^{a}	8.01^{a}	121.2^{c}	4.27^{b}	43.73^{a}
N_2	0.4493^{a}	2849^{c}	26.45^{a}	41.12^{a}	7.69^{b}	129.9^{b}	4.27^{b}	43.64^{a}
N_3	0.1638^{b}	3056^{b}	25.36^{b}	40.37^{a}	7.98^{a}	133.5^{a}	4.4^{a}	43.88^{a}

عدم تشابه حروف نشانه تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ به‌وسیله آزمون دانکن هست.

† N_1 ، N_2 و N_3 به ترتیب نشانگر ۱۱۲، ۱۶۰ و ۲۰۸ کیلوگرم اوره در هکتار

Similarity the letters indicates a significant difference at the 5% level by the Duncan test.

† N_1, N_2 and N3 means 112, 160 and 208 kg.ha^{-1} Nitrogen as Urea

جدول ۷. اثرات متقابل دور آبیاری (I) و کود ازته (N) بر صفات مورفولوژیک و کیفی کلزا

Table 7. The effects of N fertilizer and irrigation interaction for morphologic and quality rapeseed

تیمار Treatment	کارایی مصرف آب WUE	عملکرد دانه Seed yield	تعداد دانه در غلاف Number of seed in pod	تعداد غلاف در بوته Number of pod in plant	تعداد انشعاب در ساقه اصلی Number of branch in main stem	ارتفاع بوته Plant height	وزن هزار دانه 1000 of seed weight	درصد روغن Oil percent
	(Kg.m^{-3})	(Kg.ha^{-1})				(cm)	(g)	(%)
I_1N_1†	0.001^{i}	3370b	25.99d	46.87a	8.75a	117.3f	4.3cd	42.95d
I_1N_2	0.881a	2951e	26.73c	46.25ab	8.24b	132.4b	4.23e	42.44d
I_1N_3	0.034f	3173c	25.12f	44bc	7.95c	136.5a	4.38b	42.45d
I_2N_1	0.112g	3498a	23.87h	42.81c	7.65d	123.9e	4.28cde	43.37cd
I_2N_2	0.303d	2943e	25.37e	38.68d	7. 4e	127.4d	4.25de	42.5d
I_2N_3	0.018h	2997d	27.37a	45.31^{abc}	7.32e	130.9bc	4.28cde	44.2bc
I_3N_1	0.279e	2401g	23.91g	36.51d	7.9c	122.2e	4.23e	44.87^{ab}
I_3N_2	0.464b	2652f	27.24b	38.42d	7.44de	129.8cd	4.32c	45.97a
I_3N_3	0.4393c	2998d	23.58i	31.81e	8.65a	133.2b	4.53a	44.97^{ab}

عدم تشابه حروف نشانه تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ به‌وسیله آزمون دانکن هست.

Similarity the letters indicates a significant difference at the 5% level by the Duncan test.

I_1، I_2 و I_3، به ترتیب آبیاری بر اساس ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A ؛

I_1, I_2 and I_3: Irrigation period based on 50, 75 and 100 mm collective evaporation from pan A, respectively

N_1 ، N_2 و N_3 به ترتیب نشانگر ۱۱۲، ۱۶۰ و ۲۰۸ کیلوگرم اوره در هکتار

N_1, N_2 and N_3 represent 112, 160 and 208 kg of urea per hectare, respectively

عملکرد دانه در سطح آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A (با توجه به اثرات متقابل آبیاری و کود نیتروژنه) با افزایش نیتروژن بیشتر بود به‌طوری‌که آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار اوره عملکرد بیشتری از تیمار های آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره داشت و همچنین آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره عملکرد بیشتری نسبت به آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار اوره داشت (جدول ۷). همچنین کمترین تعداد غلاف در بوته از تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار اوره با میزان ۳۱ غلاف در بوته است که علی‌رغم افزایش کود نیتروژن باوجود شرایط تنش رطوبتی کاهش معنی‌داری در تعداد غلاف در بوته دیده می‌شود. بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار از تیمار آبیاری

پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار اوره با تعداد دانه در غلاف ۲۷ و کمترین آن در تیمار از تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار اوره با میزان ۲۳ دانه در غلاف دیده شد. بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۲۰۸ کیلوگرم در هکتار اوره با ارتفاع ۱۳۶/۵ سانتیمتر و کمترین ارتفاع از تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۱۱۲ کیلوگرم در هکتار اوره با ارتفاع ۱۱۷ سانتی‌متر به دست آمد (جدول ۷).

نتیجه‌گیری نهایی

درمجموع دو سال می‌توان چنین استنباط کرد که در کشت کلزای پائیزه در مناطق مشابه شرایط آب‌وهوایی بروجرد بهترین نتیجه عملکرد دانه با انجام آبیاری با دور ۷۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A حاصل می‌گردد که این افزایش عملکرد از افزایش تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته متأثر شده است. در بین اثرات متقابل آبیاری و کود نیتروژن بیشترین عملکرد در تیمار I2N1 (مصرف آب بر اساس ۷۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشت تبخیر کلاس A و کود نیتروژن مصرفی به مقدار ۰/۷ توصیه مؤسسه تحقیقات خاک و آب) حاصل شد. بنابراین با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، انجام آبیاری از ابتدای فروردین تا مرحله رسیدگی با دور آبیاری ۷۵ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A و همچنین مصرف کود نیتروژن به میزان ۰/۷ برابر توصیه بخش تحقیقات تغذیه گیاهی مؤسسه تحقیقات خاک و آب و به‌صورت تقسیطی در سه مرحله هنگام کاشت، مرحله ساقه دهی و مرحله گلدهی در مناطق مشابه شرایط آب‌وهوایی بروجرد ضمن دستیابی به افزایش عملکرد، باعث صرفه‌جویی و کاهش ۳۰ درصدی در مصرف کود نیتروژنه در مزارع کلزا پاییزه می‌گردد که این امر می‌تواند گام مؤثری در جهت استفاده بهینه از نهاده‌های کشاورزی و نهایتاً نیل به کشاورزی پایدار باشد.

منابع

Ahmad Dar, E., Brar, A.S., Singh, K.B., 2017. Water use and productivity of drip irrigate wheat under variable climatic and soil moisture regimes in North-West, India. Agriculture, Ecosystems and Environment. 248, 9–19.

Ahmadi, M.R., Javidfar, F., 1998. Nutrition of the oilseed rape crop. Publication of Oilseed Research and Development Company, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). Tehran, Iran. 194p. [In Persian].

Ashori, M., Mohammadi Roshan, N., 2001. Effect of application of different levels of nitrogen on yield and yield components of three canola cultivars. 7th. Iranian Soil Science Congress. Shahr- e Kord, Iran. [In Persian].

Alizadeh, A.2001. Soil, Water, and Plant Relationship (2nd ed.), Beh Nashr (The publication of Astan Quds Razavi. Mashhad, Iran. 355p. [In Persian]

Allen, E.I., Morgan, D.G., 1972. Aquantative analysis of effect of nitrogen on the growth and development of oil seed rape. j. agric. Sci camb. 78, 315-24.

Clark, J.M., Simpson, G. M., 1978. Influence of irrigation and seeding rates on yield and yield componets of Brassica napus cv. Tower. Canadian Journal of Plant Science 58, 731-737.

Dehghanian, S.E., 2016. Measurement of water flow in pressure pipes and irrigation systems. Agriculture Research, Education and Extension Organization. Technical Bulletin, No. 37 [In Persian].

Dehshiri, A., 1999. Canola Farming, Office of Production extension Programs and Technical Publications of the Ministry of Agriculture Promotion Deputy.32 p. [In Persian].

Ganjeali, A., Nezami, A., 2008. Ecophysiology and Determinatives yield of pulses in pulses. JDM Press., Iran [In Persian].

Hang, A.N., Gilliland, G.C., 1991. Water requirment for winter rapeseed in central washington.In:Mc.Gregor, D.I. (ed.) proceedings of the Eighth International Rapeseed congress, Saskatoon, Candada, organizing committee, saskatoon, pp. 1235-1240

Henry, J. I., Macdonald, K.B., 1978. The effect of soil and fertilizer nitrogen and moisture stres

on yield, oil and protein content of rape. Can. Y soil Sci. 58, 303-310.

Hergert, G.W., Margheima, J.F., Pavlistaa, A.D., Martinb, D.L., Supallab, R.J., Isbell, T.A., 2016. Yield, irrigation response, and water productivity of deficit to fully irrigated spring canola Agricultural Water Management. 168, 96–103.

Ismail, S., 2016. Maximizing production and irrigation water productivity of canola crop (*Brassica napus* L.) under arid land conductions. Irrigation and Drainage. 65, 254–263 .

Khademi, Z., Rezaei, H., Malekoti, M. J., Mohajer Milani, P., 2000. Optimum nutrition is an effective step in increasing the yield and improving the quality of oil, recommending fertilizer for rapeseed producers in soils of the country; publishing agricultural education of TAT Deputy, Ministry of Agriculture. [In Persian].

Kimber, D., Megregor, D. I., 1995.Brassica oilseeds, production and utilization. CAB International. U.K.

Kualiean, A., Sefid koohi, M., 2011. Introduction of the best method for determining the effective rainfall of rice cultivation in Ghameshahr city. Third National Conference on Integrated Water Resources Management, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources.30p

Macpherson, H., scarth, R., Rimmer, S.R. Macvetty, P.B.E., 1987. The effect of drought stress on yield deter mination in oilseed rape. In: proceedings of the seventh International Rapeseed congress, Poznan, Poland, The plant Breeding and Acclimatization Institute, Poznan, PP. 822- 827.

Molkotti, M. J., Sepehr, A., 2003. Optimum Oil Seed Oil Effect Effective step toward achieving oil self-sufficiency in the country (Proceedings). Khaneiran Publishing House, Tehran, Iran. [In Persian].

Mehra, K.L., 1968.History and ethno-botany of mostard in India. Advancing Frontiers of plant Science. 19, 51-9.

Mingeau, M., 1974. Comportement du colza de printemps a lasecheresse, Information techniques, Paris, France. 36, 1-11

Nasri, R., Haidarimghdam, A., Siadat, A., Paknejad, F., Sadegh Sayyah, M., 2012. Study of correlation of traits and causal analysis of supplementary irrigation on yield and yield components of rainfed chickpea in Ilam. Journal of Agronomy and Plant Breeding. 8, 172-161 [In Persian with English Summary]

Rezaei H., Malekoty, M.J., 2000. How to supply the nutritional requirements of oily beans, Part II: Optimal use of fertilizer in canola. Agriculture Research, Education and Extension Organization. Technical Bulletin, No. 186 [In Persian].

Sarlak Goodarzi, B., 1999. Evaluation of yield of different varieties of canola. The 5th Congress of Agronomy and Plant Breeding. pp188 [In Persian].

Shahidi, I., Forouzan, K., 1997. Oilseed rape, Special oil and production company, Tehran, Iran, p 92-87.

Shariatmadari, M., Hamedi, F., 2001. Investigating the effects of amounts and resources different nitrogen fertilizers on seed and oil yield canola content. Final Report. Agricultural Research Center of Kermanshah. Iran. [In Persian].

Scott, R., Ogunremi, K., Ivins j. D., Menddham, J. B., 1973. The effect of fertilizers and harvest date on growth and yield of oil seed rape sown in autumn and spring. Journal of Agricultural Science (Cambridge) 81, 282.330 .

Singh Rathorea.V., Singh Nathawata.N., Bhardwaja, S., Sasidharana, R., Yadava, BM., Kumarb, M., Santrab, P., Yadavaa, N., Yadavb, O.P., 2017. Yield, water and nitrogen use efficiencies of sprinkler irrigated wheat grown under different irrigation and nitrogen levels in an arid region. Agricultural Water Management 187, 232–245.

Smith, C.J., 1988.The effect of irrigation and nitrogen fertilizer on rape seed production in southeastern Australia. IInitrogen accumulation oil yield. Irrigation Science. 9, 15-25.

Tandon, H. L.S., 1990. Fertilizer recommendation for oilseeds crops: A Guide for fertilizer Development and consaltation organization, New Delhi.

Vanagamudi, K.K., Selvaraj. V., Kulandaivelu, R., 1984. Influence of irrigation on the yield quality of fingermillet. Seed Science and Technology. 18, 283-286.

University of Birjand

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses In Crop Sciences
Vol. 13, No. 3, pp. 793-803
Fall 2020
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2020.2203.1551

Original article

Investigation of effect irrigation period and N-Fertilizer on yield of rapeseed (*Brassica napus* L.)

M. Dashdi[1*], S. Godarzi[2], A. Abdulahi[3]

1. Assistant Professor, Sararood Branch, Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran
2. Soil science Department, Dezful Branch Islamic Azad University, Dezful, Iran
3. Assistant Professor, Sararood Branch, Dryland Agricultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

Received 13 January 2019; Accepted 24 April 2019

Abstract

Regarding to importance of rapeseed for vegetable oil production, investigation of different production factors is nesesary. So this experiment conducted as split plot based on randomised complete block design with three replications durin two cropping seasons (2003 and 2004) in Broujerd Agricultural Research Station. Irrigation period was main plots with three levels: I1=50mm, I2=75mm and I3=100mm collective evaporation from pan A and urea rate with three levels: N1=112 kg.ha^{-1}, N2=160 kg.ha-1 and N3=208 kg.ha^{-1} was subplot. Regent × Cobra cultivar of rapeseed was used. Results indicated that among irrigation treatments, the hieghst seed yield was related to I1 and I2 treatments with 3146 and 3164 kg.ha^{-1} respectively which was significantly different to I3 with 2684 kg.ha^{-1}. The maximum number of seeds per pod and pod per plant were obtained by I1 treatment. The highest water use efficiency was obtained by I3 treatment with 0.394 kg.m^{-3} which different was significant at probable level of 1%. Effect of nitrogen on water use efficiency, seed yield, number of seed per pod, number of pod per plant, plant height and 1000 seed weight was significant. Among treatments of irrigation and N-fertilizer rates interaction, the most and lowest seed yield was obtained by I2N1 and I3N1 treatments with 3498 kg.ha^{-1} and 2401 kg.ha^{-1} respectively. Therefore, in order to increase the seed yield of rapeseed under Borujerd weather conditions, the recommended rate of nitrogen is 0.7 times of recommended rate by the Institute for Soil and water research and irrigation and irrigation intervals based on 75 mm cumulative is recommended.

***Keywords*:** Canola, Grain yield, Nitrogen, Oil seed, Water stress

[*]Correspondent author: Mokhtar dashdi; E-Mail: mokhtar336@yahoo.com.