"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دهم، شماره ۳، پائیز ۱۳۸۷

اثر رژیم های آبیاری و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و کیفیت دانه دو رقم کلزا

Effect of irrigation regiems and nitrogen levels on seed yield and seed quality of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

علیرضا دانشمند[۱]، امیر حسین شیرانی راد[۲]، قربان نورمحمدی[۳]، قاسم زارعی[٤] و جهانفر دانشیان[٥]

چکیده

دانشمند، ع. ا. ح. شیرانی راد، ق. نورمحمدی، ق. زارعی و ج. دانشیان.۱۳۸۷ . اثر رژیم های آبیاری و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و کیفیت دانه دو رقم کلزا. **مجله علوم زراعی ایران.** ۱۰(۳): ۲۶۱-۲۴۴.

به منظور بررسی اثر تنش آب ومقادیر مختلف نیتروژن بر کیفیت دانه، عملکرد روغن دانه و عملکرد دانه در کلزا، آزمایش های مزرعه ای به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. در این بررسی، دو رقم به نام های زرفام و مدنا در سه رژیم آبیاری (آبیاری پس از ۴۰، ۶۰و ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک) و چهار مقدار کود نیتروژن (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصل نشان داد که افزایش مقدار مصرف نیتروژن از صفر به ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار وافزایش مقدار رطوبت خاک، سبب افزایش عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه شد. افزایش عملکرد دانه در هر دو شرایط، عمدتاً به دلیل افزایش تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در هر خورجین بود. میزان روغن دانه در شرایط تنش آبی کاهش پیدا کرد، در حالی که میزان پروتئین دانه افزایش یافت. افزایش نیتروژن مصرفی نیز سبب کاهش میزان روغن و افزایش میزان پروتئین دانه گردید. نتایج نشان داد که هر دو در شرایط آبیاری معمول و تنش رطوبتی استفاده از مقادیر بالای نیتروژن مصرفی جهت تولید عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه می تواند مناسب باشد. در مقایسه دو رقم نیز مشخص شد که رقم زرفام، توانایی جذب و انتقال نیتروژن بهتری در شرایط آبیاری معمول، تنش شدید رطوبتی و شرایط نیتروژن زیاد و عدم مصرف نیتروژن را نیز دارد و به همین دلیل عملکرد دانه بیشتری تولید کرد.

واژه های کلیدی: کلزا، تنش آب، کود نیتروژن، عملکرد دانه، عملکرد روغن دانه، درصد روغن، درصد پروتئین.

تاریخ دریافت ۱۳۸۷/۱/۱۰

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم شهر (مکاتبه کننده)
۲ -استاد یار، مؤسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر.
۳- استاد واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی.
٤ -استاد یار، مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی.
٥- استاد یار، مؤسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر.

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک، آب محدودیت اصلی بوده وخشکی از جمله مهمترین عوامل القا کننده تنش در گیاهان زراعی به حساب می آید. چنین تنشی بر روی عملکرد محصول اثر گذاشته و اغلب باعث ایجاد افت آن می شود (Sierets *et al*., 1987; Sloan *et al*., 1990). کلزا گیاه زراعی مهمی است که عمدتاً برای تولید روغن کشت می شود، با این حال یک گیاه تناوبی است که بیشتر در تناوب با غلات قرار می گیرد. این گیاه ظرفیت و توانایی بالایی، در جذب نیتروژن از خاک داشته و به عنوان یک گیاه جمع آوری کننده[1] برای کاهش آبشویی نیترات از نظام های زراعی به کار می رود (Rossate *et al*., 2001). کلزا نیز همانند بسیاری از گیاهان زراعی از تنش کم آبی متأثر می شود و بسته به وضعیت آبی در مراحل ویژه ای از فنولوژی خود به ویژه دوره رشد زایشی، کمیت و کیفیت آن تحت تأثیر قرار می گیرد. در بررسی تیمارهای تنش آبی (تنش در ابتدای رشد رویشی، اواخر رشد رویشی و مرحله گل دهی) بر روی ارقام کلزا مشاهده شد که تنش آبی به طور معنی داری تعداد خورجین در هر گیاه، تعداد دانه در هر خورجین و عملکرد دانه را کاهش داد. کمترین تعداد خورجین و دانه در خورجین مربوط به گیاهان تنش دیده در مرحله گل دهی بود. کاهش وزن دانه نیز در تیمارهای تنش آبی اعمال شده در اواخر دوره رشد بیشتر بود (Hashem *et al*., 1998).

عملکرد کلزا به ظرفیت عملکرد رقم، شرایط محیطی و نوع مدیریت زراعی و مدیریت خاک بستگی دارد. یکی از مهمترین عواملی که عملکرد را تحت تأثیر قرار می دهد کود نیتروژنه است. مقدار نیتروژن گیاه، بسته به شرایط نیتروژن و رطوبت خاک متغیر است. به گونه ای که شرایط خشک منجر به کاهش مقدار نیتروژن در گیاه می گردد. کمبود آب و نیتروژن به تنهایی و به صورت متقابل، تاثیر منفی در رشد و عملکرد گیاه دارند (Rathke *et al*., 2005). مقادیر بالای نیتروژن مصرفی در زراعت این گیاه دلالت برناکارامدی استفاده و خطر از دست رفتن نیتروژن مصرفی به محیط دارد (Rossate *et al*., 2001). در بررسی اثر کود نیتروژنه بر عملکرد و کیفیت دانه کلزا مشخص شد که کمترین میزان عملکرد دانه در زمانی که هیچ میزان کودی به کار برده نشد به دست آمد. در مقابل، بیشترین میزان این صفات، در تیمار ۲۴۰ کیلوگرم نیتروژن مصرفی در هکتار مشاهده شد (Rossate *et al*., 2001). همچنین، در بالاترین میزان مصرف نیتروژن، پایین ترین میزان درصد روغن دانه(۴۴/۱-۴۳/۸ درصد) دیده شد. در مقابل، بالاترین میزان روغن دانه، در شرایط بدون مصرف کود(۴۷/۷- ۴۶/۸ درصد) مشاهده شد. میزان پروتئین دانه نیز به ترتیب ۲۱/۶ و ۱۷/۷ درصد در شرایط نیتروژن بالا و پایین متغیر بود (Rathke *et al*., 2005). کجدی و پوکسایی (Kajdi and Pocsaii, 1994)، با بررسی اثر تنش آبی بر ۲۱ رقم کلزا مشاهده کرد که با افزایش مقدار آب و کاهش سرعت تنش، مقدار عملکرد دانه، درصد روغن دانه و مقدار عملکرد روغن دانه در شرایط مزرعه افزایش معنی‌داری می‌یابد.

اگر چه کشت کلزا در بسیاری از کشورهای جهان سابقه طولانی دارد ولی کشت این گیاه به عنوان یک گیاه روغنی ارزشمند در تناوب زراعی ایران در سال های اخیر مورد توجه قرارگرفته است (Anon., 1998). از طرفی با توجه به همزمانی دوره رشد زایشی این گیاه با محصولات اساسی دیگری مثل گندم و جو و اینکه ممکن است آب گران قدر بهاره به این زراعت های اصلی تخصیص یابد، و از آنجا که تنش آب گذشته از اثر مستقیم آن در فرایندهای متابولیکی

1- Collector plant

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

گیاه جذب عناصر غذایی به ویژه جذب نیتروژن از خاک را نیز کاهش می دهد، بنابراین این تحقیق با اهداف زیر انجام گرفت.

۱ - بررسی اثر تنش آبی با شدت های مختلف در مرحله رشد زایشی و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر درصد روغن و پروتئین دانه.

۲- انتخاب رقم مناسب برای شرایط تنش های مختلف آبی و مقادیر مختلف نیتروژن.

۳- بررسی عملکرد و اجزای عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه و ارتباط آن با عملکرد دانه.

مواد و روش ها

این بررسی در سال های زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵در مزرعه ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج انجام شد. طول جغرافیایی محل اجرای آزمایش، ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه شرقی عرض جغرافیایی آن ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریای آزاد ۱۳۲۱ متر ا ست. براساس آمار آب وهوایی و با توجه به منحنی آمبروترمیک، منطقه مورد نظر جزء مناطق نیمه خشک محسوب می شود. مقدار بارندگی در طول سال زراعی اول بررسی حدود ۱۵۰/۶ میلی متر و سال دوم ۱۸۰ میلی متر گزارش گردید. به ترتیب در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری در سال اول ، بافت خاک، درصد کربن آلی و مقدار نیتروژن کل (درصد) ، لوم و لوم سیلتی، ۰/۴۹ و ۰/۲۰، ۰/۰۵و ۰/۰۴ و در سال دوم لوم و لوم ، ۰/۵۳ و۰/۲۸، ۰/۰۶ و ۰/۰۵ بود. سطوح مختلف تخلیه رطوبتی خاک، سطوح مختلف نیتروژن و ارقام کلزا تیمارهای آزمایش بودند. در این آزمایش، تنش آبی بر اساس آبیاری در درصدهای مختلف تخلیه رطوبتی خاک اعمال گردید. این تنش ها به صورت آبیاری به هنگام تخلیه ۴۰ درصد (I_1) رطوبت قابل استفاده گیاه (شاهد) و آبیاری به هنگام رسیدن به ۶۰ (I_2) و ۸۰ درصد(I_3) تخلیه رطوبت قابل استفاده گیاه اعمال گردید. تیمارهای تنش آبی و مصرف نیتروژن که در چهار مقدار صفر(N_1)، ۷۵ (N_2) ، ۱۵۰(N_3) و ۲۲۵ کیلوگرم (N_4) نیتروژن خالص در هکتار از منبع کودی اوره بودند، بصورت فاکتوریل در کرت های اصلی قرار داده شدند. ارقام کلزا شامل زرفام (V_1) و مدنا (V_2) در کرت های فرعی قرار گرفتند. این دو رقم هر دو تیپ رشد پاییزه داشته و از نظر توقع به نیتروژن مصرفی و پاسخ به رطوبت مصرفی بر اساس تحقیقات انجام شده توسط بخش دانه های روغنی تفاوت دارند. نوع طرح آزمایشی، فاکتوریل اسپلیت پلات بود که در چهار تکرار اجرا گردید. مساحت هر کرت آزمایشی ۱۹/۲ متر مربع بود. هرکرت اصلی آزمایشی شامل ۶ پشته بود که بر روی هر پشته(طرفین) ، دو خط کلزا با فاصله خطوط ۳۰ سانتی متر و فاصله بوته روی خط ۵ سانتی متر کشت گردید. هر کرت فرعی نیز شامل سه پشته بود که در روی هر پشته، دو ردیف کلزا کشت گردید. بین تکرارها نیز حدود ۶ متر فاصله منظور گردید. تعداد پنج پشته نیز در دو طرف هر کرت اصلی به عنوان حاشیه کشت شد. از این پنج پشته، دو پشته (اول و پنجم) به منظور عدم نفوذ آب و نیتروژن به کرت های دیگر کشت گردید. عمق کاشت بذر کلزا ۲/۵-۲ سانتی متر در نظر گرفته شد. طریقه کاشت نیز به روش کپه ای بود. به این ترتیب که در هر گودال ایجاد شده ۳ عدد بذر کشت گردید. عملیات تنک، واکاری و مبارزه با علف های هرز برای هر یک از تیمارهای آزمایشی به صورت جداگانه و یکسان انجام گرفت. کود نیتروژنه پس از محاسبه و توزین در سه مرحله رشدی به ترتیب روزت، ساقه دهی و غنچه دهی و با قراردادن در کنار هر پشته در عمق ۱۵ تا ۲۰ سانتی متری به صورت نواری به خاک داده شد. تیمارهای مختلف تنش آبی با شروع ساقه دهی گیاه (کد شده به شماره ۲/۰۳ از روی جدول کد بندی سیلوستر- برادلی) تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (کد شماره ۶/۹) اعمال گردید (Sylvester and Bradley, 1978). پس از اعمال فاکتور

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

تنش آب، قبل از آبیاری مجدد اجازه داده شد تا رطوبت خاک در عمق مؤثر ریشه در تیمارهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد به ترتیب به تخلیه رطوبتی معادل ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد آب قابل استفاده گیاه برسد. برای تعیین درصد رطوبت خاک، در فاصله بین دو آبیاری و حدود دوالی سه روز پس از هر بار آبیاری، روزانه از هر کرت اصلی، یک کرت فرعی به طور تصادفی انتخاب و پس از خروج آب ثقلی و عبور از مرحله ظرفیت زراعی (FC)، نمونه هایی از خاک در منطقه مؤثر ریشه که تابعی از مرحله رشد گیاه است(از عمق ۶۰-۰ سانتی متر) توسط او گر نمونه برداری گردید. حجم آب در هر بار آبیاری و برای هرکرت اصلی بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (Alizadeh, 1999):

$V_m = (Fc - \theta) \times BD \times A \times D/e_a$ (رابطه ۱):

پس از محاسبه مقدار آب لازم بر اساس تیمارهای تنش کمبود آب، کرت ها با استفاده از لوله های پلی اتیلن و به صورت آبیاری سطحی آبیاری گردید. دبی آب عبوری از سیستم توسط کنتور اندازه گیری شد. به منظور توزیع یکنواخت آب در هر کرت اصلی و جلوگیری از خروج آب و نیتروژن مصرفی در هر کرت، ابتدا و انتهای کرت های اصلی مسدود شد. به ترتیب، تعداد دفعات آبیاری برای تیمارهای ۴۰، ۶۰و ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی در سال اول ۵و۲ و یک بار و در سال دوم ۴و۲وصفر بود. در کل مقدار آب مصرفی در هر کرت فرعی آزمایشی، به ترتیب در تیمارهای آبیاری ۴۰، ۶۰و ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی در سال اول ۶/۰۲، ۵/۱۲ و ۴/۶۰ متر مکعب و در سال دوم ۴/۶۸، ۴/۴۲ و ۳/۸۱ مترمکعب بود. در انتهای فصل رشد صفاتی مثل تعداد خورجین در ساقه اصلی و شاخه فرعی، تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی و شاخه فرعی و پس از برداشت، عملکرد دانه و وزن هزار دانه اندازه گیری شدند. بدین منظور پس از اینکه گیاه به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک نزدیک گردید، تعداد ۱۰ بوته از هرکرت فرعی (میانه هر کرت) به طور تصادفی انتخاب و صفات تعداد خورجین در ساقه اصلی و شاخه فرعی، تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی و شاخه فرعی آنها اندازه گیری شدند. به منظور تعیین عملکردانه ، در مساحت ۱/۳ متر مربع از منطقه برداشت نهایی، بوته های هرکرت آزمایشی به طور جداگانه کف بر شده و برای خشک شدن نهایی و کاهش مقدار رطوبت، به مدت یک هفته در هوای آزاد نگهداری شد. سپس به وسیله کمباین ، اقدام به جداسازی دانه ها از خورجین گردید. پس از آنکه رطوبت دانه ها به حدود ۱۰ درصد رسید، وزن دانه ها باترازوی دقیق و با دقت یک هزارم گرم توزین و عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. برای تعیین وزن هزاردانه نیز بعد از برداشت محصول و تعیین عملکرد دانه، ۸ نمونه ۱۰۰ تایی از دانه های هرکرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و با ضرب کردن میانگین وزن آنها در عدد ۱۰، وزن هزار دانه محاسبه گردید.

اندازه گیری درصد روغن و پروتئین دانه

استخراج روغن توسط دستگاهNMR (Nuclear Magnetic Resonance) صورت گرفت. پس از تعیین مقدار نیتروژن دانه این عدد در ضریب ثابت ۰/۵۴ ضرب و بدین ترتیب مقدار پروتئین دانه به دست آمد (Ntanos and Koutrobas, 2002).

پس از تعیین درصد روغن دانه از حاصل ضرب آن در عملکرد دانه عملکرد روغن دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. داده های حاصل از دو سال اجرای آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری MSTAT-c تجزیه واریانس مرکب شدند. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

الف- اجزای عملکرد دانه

تفاوت معنی داری بین دو سال از نظر تعداد خورجین در بوته مشاهده شد به گونه ای که بیشترین مقدار این

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

صفت (۱۶۶/۶ عدد) در سال دوم مشاهده شد (جدول ۱). تخلیه شدید رطوبتی خاک سبب کاهش معنی دار مقدار این صفت از ۲۰۷/۶ عدد به ۹۰/۲ عدد گردید. افزایش نیتروژن مصرفی نیز نسبت افزایش معنی دار این صفت از ۸۰/۳ عدد به ۲۱۰/۳ عدد گردید (جداول ۲ و ۳). همچنین بین دو سال اجرای آزمایش، تفاوت معنی داری از نظر تعداد دانه در خورجین مشاهده شد، به گونه ای که بیشترین مقدار این صفت (۲۷ عدد) در سال دوم مشاهده شد (جدول ۱). تخلیه شدید رطوبتی خاک سبب کاهش معنی دار این صفت از ۲۷/۷ عدد به ۲۲/۸ عدد گردید. افزایش نیتروژن مصرفی سبب افزایش معنی دار این صفت از ۲۲/۴ عدد به ۲۷/۳ عدد گردید (جداول ۲ و ۳). نتایج نشان دهنده این است که تفاوت معنی داری بین دو سال اجرای آزمایش از نظر وزن هزار دانه وجود دارد. بیشترین مقدار این صفت (۴/۱۸ گرم) در سال دوم مشاهده شد (جدول ۱).

تنش شدید رطوبتی سبب کاهش معنی دار این صفت از ۳/۷۴ به ۳/۵۰ گرم گردید. با افزایش نیتروژن مصرفی نیز، وزن هزار دانه به طور معنی داری از مقدار ۳/۵۳ گرم به ۳/۷۶ گرم افزایش یافت (جداول ۲ و ۳). استنباط می شود که تنش رطوبتی و تغذیه ای، بیشترین تأثیر خود را بر روی عدم تلقیح گل ها و یا ریزش آنها داشته باشد، آنچنان که در طول اجرای آزمایش ریزش شدید گل ها در شرایط تخلیه رطوبتی ۸۰ درصد خاک و همچنین، عدم تلقیح گل ها در شرایط عدم مصرف نیتروژن مشاهده گردید. کمبود نیتروژن سبب گردید که تعداد تخمک کمتری تشکیل شود و بدین وسیله سبب کاهش تعداد خورجین و دانه در خورجین گردید (Asare and Scarisbrick, 1995). رایت و همکاران (Wright *et al*., 1996) نیز اظهار داشتند که در کلزا، کاهش شدید وزن خشک خورجین و تعداد آن، از ریزش زیادتر گل و خورجین ناشی می گردد و این مشکل در تنش های با شدت بیشتر مشهودتر است. از دلایل کاهش تعداد دانه به هنگام تنش کم آبی، می توان به کاهش تعداد گل ها و کم شدن تعداد گل هایی که به دانه تبدیل می شوند اشاره کرد. از طرفی می دانیم که انتقال مواد از آوند آبکش به فتوسنتز که مواد اصلی را تأمین می کند و متابولیسم مقصد وابسته است. تنش کم آبی، فتوسنتز و مصرف مواد فتوسنتزی را در برگ های در حال توسعه کاهش می دهد. در نتیجه، خشکی به طور غیرمستقیم، مقدار مواد فتوسنتزی صادر شده از برگ ها را کاهش می دهد. زیرا انتقال شیره از آوند آبکش وابسته به پتانسیل فشار است که در طی تنش کم آبی، پتانسیل آب در آوند آبکش کاهش و کاهش در پتانسیل آماس (تورگر) نیز از انتقال مواد فتوسنتزی و در نهایت از مقدار مواد پرورده ذخیره ای می کاهد که این امر، آسیب پذیری تشکیل دانه را در شرایط کم آبی افزایش می دهد (Kafi *et al*., 2000). در این بررسی، هیچ گونه فرایند جبرانی در بین تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه موجود در آن به هنگام تنش کم آبی مشاهده نگردید. بر اساس آزمایش رایت و همکاران (Wright *et al*., 1995) نیز تعداد دانه در خورجین در کلزا از تنش خشکی متأثر می گردد ولی در مقایسه با خردل هندی در کلزا، تعداد دانه در خورجین کمتر تحت تأثیر تنش قرار می گیرد. علاوه بر آن، در خردل هندی همراه با کاهش تعداد دانه در خورجین، افزایش تعداد خورجین به عنوان یک واکنش جبرانی تحقق می یابد در صورتی که این وضعیت در کلزا مشاهده نگردید. در بررسی حاضر، دلیل کاهش وزن هزاردانه در شرایط کم آبی می تواند این گونه باشد که وقوع تنش کم آبی در مرحله رشد زایشی (ساقه دهی به بعد) موجب کاهش جذب آب و املاح و در نتیجه کاهش فتوسنتز برگ و تولید شیره پرورده گردیده است. این وضعیت موجب از بین رفتن اندام های زایشی (گل ها) و در نتیجه، افزایش آسیب پذیری تشکیل دانه در خورجین ها در شرایط کم آبی گردید. در آغاز پر شدن دانه ها که اکثر دانه ها در مرحله پر شدن هستند، ادامه ارسال مواد پرورده کافی به دانه ها با افزایش سقط دانه های

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب اثر تیمارهای آبیاری، نیتروژن و رقم بر برخی صفات در کلزا.

Table 1. Combined analysis of variance for irrigation, nitrogen and cultivar effects on some characteristics in rapeseed.

			میانگین مربعات MS						
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی d.f.	درصد پروتئین دانه Protein content	تعداد دانه در خورجین No. seeds per silique	تعداد خورجین در بوته No. siliques per plant	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	درصد روغن دانه Oil content	عملکرد روغن دانه Oil yield
Year (Y)	سال	1	89.543^{ns}	720.750^{**}	106663.680^{**}	52.292^{**}	25439.789^{**}	25.806^{ns}	84225.309^{ns}
Error1	اشتباه ۱	6	25.886	2.594	2819.185	0.087	88929.815	14.883	37788.175
Irrigation (I)	آبیاری	2	79.750^{**}	382.547^{**}	227101.483^{**}	1.190^{**}	31743575.175^{**}	171.063^{**}	7336109.799^{**}
I ×Y	آبیاری × سال	2	55.618^{**}	2.734^{ns}	16650.356^{**}	0.512^{**}	160260.400^{ns}	12.850^{**}	41707.477^{*}
Nitrogen (N)	نیتروژن	3	153.599^{**}	248.951^{**}	156061.540^{**}	0.640^{**}	28169539.311^{**}	187.459^{**}	3796347.515^{**}
Y × N	سال × نیتروژن	3	0.889^{*}	26.014^{**}	5854.544^{**}	0.033^{ns}	322551.825^{*}	0.521^{ns}	26087.054^{ns}
I × N	آبیاری × نیتروژن	6	0.976^{ns}	1.498^{ns}	8177.251^{**}	0.66^{ns}	866374.030^{**}	3.587^{*}	125861.081^{**}
Y × I × N	سال × آبیاری × نیتروژن	6	8.563^{*}	4.311^{**}	1033.757^{*}	0.088^{ns}	84957.268^{ns}	3.220^{*}	5127.140^{ns}
Error2	اشتباه ۲	66	4.386	1.359	434.674	0.057	95130.750	1.404	10728.015
Cultivar (C)	رقم	1	30.038^{**}	63.021^{**}	366.363^{ns}	4.058^{**}	21206.875^{ns}	11.816^{**}	69275.896^{**}
Y × C	سال × رقم	1	5.645^{ns}	3^{*}	11390.149^{**}	2.323^{**}	2141.102^{ns}	1.118^{ns}	5573.367^{ns}
I × C	آبیاری × رقم	2	0.961^{**}	0.380^{ns}	574.510^{*}	0.002^{ns}	121139.098^{ns}	*7.432	21949.368^{*}
Y × I × C	سال × آبیاری × رقم	2	5.374^{ns}	0.109^{ns}	967.372^{**}	0.013^{ns}	51679.632^{ns}	2.003^{ns}	1086.952^{ns}
N × C	نیتروژن × رقم	3	0.255^{ns}	16.118^{**}	453.706^{ns}	0.094^{ns}	467203.078^{**}	9.901^{**}	200445.684^{**}
Y × N × C	سال × نیتروژن × رقم	3	0.726^{ns}	0.653^{ns}	249.901^{ns}	0.072^{ns}	115830.851^{ns}	0.265^{ns}	2308.417^{ns}
I × N × C	آبیاری × نیتروژن × رقم	6	0.292^{*}	0.332^{ns}	321.882^{ns}	0.009^{ns}	203460.370^{*}	0.646^{ns}	14282.803^{ns}
Y × I × N × C	سال × آبیاری× نیتروژن × رقم	6	7.536^{ns}	0.908^{ns}	656.570^{**}	0.009^{ns}	11543.050^{ns}	2.388^{ns}	7405.325^{ns}
Error 3	اشتباه ۳	72	7.237	0.698	182.337	0.061	70256.592	1.547	6858.572
C.V.(%)	ضریب تغییرات (درصد)		3.49	7.32	11.44	7.74	15.89	6.86	17.16

* and ** : Significant at the 5% and 1% of probability levels, respectively.

ns: Non-significant

*,**: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns: غیر معنی دار

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

جدول ۲ـ اثر سطوح مختلف آبیاری بر میانگین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه و عملکرد روغن دانه کلزا در سطوح مختلف آبیاری.

Table 2.Effect of irrigation levels on mean number of siliques per plant, number of seeds per silique, 1000-seeds weight, seed yield, oil and protein contents and seed oil yield in rapeseed.

آبیاری Irrigation	Mean میانگین وزن هزار دانه (گرم) 1000-seeds weight (g)	تعداد دانه در خورجین No. seeds per silique	تعداد خورجین در بوته No. siliques per plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	میزان پروتئین دانه (درصد) Protien content (%)	میزان روغن دانه (درصد) Oil content (%)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed oil yield (kg/ha)
I_1	3.47 c	27 a	207.6 a	3434 a	18.08 c	44.95 a	1515 a
I_2	3.74 a	24 b	131.2 b	2564 b	20.63 b	43.80 b	1111 b
I_3	3.50 b	22 c	90.20 c	2040 c	22.13 a	41.73 c	842.6 c

– میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

- Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncans Multiple Range Test.

I_1 = ۴۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک، I_2 = ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک، I_3 = ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک

I_1= 40 percent depletion of soil water, I_2= 60 pecent depletion of soil water, I_3= 80 percent depletion of soil water

جدول ۳ـ اثر سطوح مختلف نیتروژن بر میانگین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه و عملکرد روغن دانه کلزا.

Table 3. Effect of nitrogen levels on mean of number siliques per plant, number of seeds per silique, 1000-seeds weight, seed yield, oil and protein contents and seed oil yield in rapeseed.

سطوح نیتروژن Nitrogen levels	Mean میانگین تعداد دانه در خورجین No. seeds per silique	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seeds weight (g)	تعداد خورجین در بوته No. siliques per plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	میزان پروتئین دانه (درصد) Protien content (%)	میزان روغن دانه (درصد) Oil content (%)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed oil yield (kg/ha)
N_1	22 d	3.53 b	80.3 d	1664 d	17.62 d	46.17 a	776.2 d
N_2	24 c	3.59 b	115.2 c	2531 c	19.68 c	43.58 b	1112 c
N_3	26 b	3.76 a	166.1 b	3130 b	21.47 b	42.70 c	1345 b
N_4	27 a	3.75 a	210.3 a	3191 a	23.55 a	41.52 d	1391 b

– میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

- Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncans Multiple Range Test.

N_1= صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار، N_2= ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، N_3=۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، N_4= ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

N_1= 0kg/ha nitrogen, N_2=50kg/ha nitrogen N_3=150kg/ha nitrogen N_4= 225kg/ha nitrogen

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

دیگر مقدور نیست. در این زمان، فتوسنتز برگ و انتقال مواد فتوسنتزی نیز توسط خشکی کاهش یافته است. از طرفی، در غیاب فتوسنتز جاری، نمو دانه متکی به مواد پرورده ذخیره ای در گیاه است. به نظر می رسد که دلیل عدم تأثیر پذیری زیاد و عدم کاهش معنی دار وزن هزار دانه در شرایط تنش آبی، انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره ای در ساقه به سمت دانه های در حال رشد در پایان دوره رشد باشد.

پوما و همکاران (Poma *et al*., 1999) نیز در بررسی اثر تیمارهای آبیاری روی عملکرد دو واریته کلزا مشاهده کردند که تمام اجزای عملکرد دانه در شرایط کم آبی همانند عملکرد دانه کاهش یافتند. در بررسی های متعددی مشاهده شده است که افزایش عملکرد دانه کلزا در شرایط نیتروژن بالای مصرفی، عمدتاً مربوط به تعداد خورجین بالاتر و وزن دانه بالاتر است در حالی که تعداد دانه در هر خورجین تحت تأثیر قرار نمی گیرد (Hocking *et al*., 1997; Asare and Scarisbrick, 1995). در این بررسی نیز بیشترین تغییرات را در شرایط افزایش نیتروژن مصرفی، به ترتیب تعداد خورجین در بوته ، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه داشتند. در شرایط تنش کم آبی نیز بیشترین مقدار تغییرات را به ترتیب اجزاء تعداد خورجین در بوته ، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه داشتند (جداول ۲ و ۳).

ب- عملکرد دانه

بین دو سال اجرای آزمایش، اختلاف معنی داری از نظر عملکرد دانه مشاهده شد. بیشترین عملکرد دانه (۲۷۱۵/۴ کیلوگرم در هکتار) در سال دوم مشاهده شد (جدول ۱). با کاهش مقدار رطوبت خاک، مقدار عملکرد دانه از ۳۴۳۴ کیلوگرم در هکتار به ۲۰۴۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت که این کاهش معنی دار بود. افزایش نیتروژن مصرفی سبب افزایش عملکرد دانه از ۱۶۶۴ کیلوگرم به ۳۳۹۱ کیلوگرم در هکتار گردید که این افزایش معنی دار بود (جداول ۲ و ۳).

گزارش شده است که عملکرد دانه و شاخص برداشت در شرایط خشکی وکم آبی می توانند شاخص های مناسبی برای بررسی تحمل ژنوتیپ ها به کم آبی باشند (Francois *et al*., 1998). همبستگی مثبت و معنی دار میان عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه نشان می دهد که تغییرات عملکرد دانه هم جهت با تغییرات این صفات است. به این دلیل، کاهش هر یک از این عوامل، بر اثر کمبود آب، به شدت بر عملکرد دانه مؤثر خواهد بود. بررسی ها نشان داده است که بالاترین مقدار نیتروژن مصرفی که در آن، حداکثر مقدار عملکرد دانه کلزا به دست آمده است، متغیر و بین ۲۰۰ تا ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار متغیر است (Sieling and Christen, 1997; Ozer, 2003 and Rathke *et al*., 2005). ارتباط میان ماده خشک کل تولیدی گیاه کلزا و مقدار نیتروژن مصرفی، ارتباط خطی است و نشان دهنده واکنش گیاه کلزا به داشتن عادت رشدی نامحدود در زمانی است که عناصر غذایی و آب محدودیت ندارند. ارتباط میان عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه تولیدی به مقدار نیتروژن مصرفی نیز شکل منحنی دارد و معمولاً بالاترین مقدار عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه در مقدار نیتروژن مصرفی ۱۸۰ تا ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار بدست می آید (Jackson, 2000). به نظر می رسد که در این بررسی، رقم زرفام، با تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه بالاتر نسبت به رقم مدنا، توانسته است عملکرد دانه بالاتری تولید کند.

این بررسی نشان داد که کلزا از مرحله ساقه دهی به بعد به تنش رطوبتی بسیار حساس است، به این دلیل که حتی تنش رطوبت متوسط اعمال شده نیز سبب کاهش معنی دار عملکرد دانه گردید. اثر متقابل آبیاری× نیتروژن × رقم نیز نشان داد که در تیمار آبیاری معمول و بالاترین مقدار نیتروژن مصرفی و در رقم زرفام، بیشترین عملکرد دانه تولیدی وجود داشت.

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

رقم زرفام در شرایط تنش رطوبتی متوسط و شدید و در بالاترین مقدار نیتروژن مصرفی نیز، عملکرد دانه بالاتری نسبت به رقم مدنا تولید کرد. استنباط می شود که رقم زرفام، سازگاری بیشتری نسبت به شرایط کم آبی و تنش تغذیه ای نیتروژن داشته باشد. بارندگی های مناسب در طول فصل رشد در سال دوم آزمایش و در نتیجه، فراهم آوری مجدد آب به خصوص در فصل بهار (فروردین) که مقارن با زمان گل دهی کلیه ارقام بود، مانع از ریزش زیاد اندام های زایشی (گل ها) و عقیم شدن تعداد زیادی از آنها گردید و در نهایت سبب شد که در سال دوم اجرای آزمایش، ماده خشک کل تولیدی، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و در نهایت، عملکرد دانه بالاتری به دست آمد.

ج- درصد روغن و پروتئین دانه

نتایج این بررسی نشان داد که بین دو سال، تفاوت معنی داری از نظر این صفت وجود دارد (جدول ۱). بیشترین درصد روغن دانه (۴۳/۸۶ درصد) در سال دوم آزمایش مشاهده شد. تخلیه رطوبتی خاک سبب کاهش معنی دار این صفت از ۴۴/۹۵ درصد به ۴۱/۷۳ درصد گردید. افزایش نیتروژن مصرفی سبب کاهش معنی داری در درصد روغن دانه گردید، به گونه ای که مقدار این صفت را از ۴۶/۱۷ درصد به ۴۱/۵۲ درصد کاهش داد (جداول ۲ و ۳).

در آزمایشی به منظور بررسی اثر تنش کم آبی در مراحل رشدی مختلف در کلزا دیده شد که درصد روغن دانه، کاهش محسوسی در تنش کم آبی اعمال شده از مرحله گرده افشانی تا رسیدن فیزیولوژیکی نشان داد و رابطه معکوسی میان مقدار روغن و پروتئین دانه به هنگام تنش کم آبی مشاهده گردید (Triboi and Renared, 1999). در بررسی اثر نیتروژن و آب مصرفی بر عملکرد، مقدار روغن و تجمع نیتروژن در کلزا مشاهده شد که عملکرد دانه به وسیله نیتروژن مصرفی در تیمار آبیاری معمول، در زمانی که حدود ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به کاربرده شد، افزایش معنی داری یافت. مقدار روغن دانه در تیمار عدم مصرف نیتروژن، بیشترین مقدار (۴۶/۶ درصد) و در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن، کمترین مقدار (۴۰/۶ درصد) بود و به طور معکوسی با میزان نیتروژن دانه ارتباط داشت. با این حال، عملکرد روغن دانه در تیمارهای بالای نیتروژن مصرفی بالاتر بود (Taylor *et al.*, 1991). هنری و مک دونالد (Henry and McDonald, 1978) با بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن بر روی درصد روغن دانه های کلزا مشاهده کردند که کمبود آب باعث کاهش مقدار روغن دانه ها از ۵۱ درصد به ۴/۶ درصد گردید و در این میان، نیتروژن مصرفی نیز هم در شرایط عادی و هم کمبود آب، درصد روغن دانه را کاهش داد ولی این کاهش در شرایط عادی از حدود ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن شروع و با افزایش مقدار کود بیشتر گردید، در حالی که در شرایط کمبود آب، این افت درصد روغن با افزودن مقدار کمی نیتروژن به خاک شروع و تا حدود ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار ادامه یافت و سپس متوقف گردید.

تنش کم آبی همانند درجه حرارت بالا، درصد روغن دانه را کاهش ولی درصد پروتئین آن را افزایش می دهد. بر اثر تنش کم آبی، مقدار فتوسنتز خالص به دلیل کاهش ورود CO_2 به واسطه بسته شدن روزنه ها و تأثیر مستقیم خشکی بر سیستم فتوسنتزی کاهش یافته که در این شرایط از مقدار هیدرات های کربن کاسته می گردد. از طرفی، به دلیل اینکه در شرایط تنش کم آبی، طول دوره رشد گیاه کمتر می شود فرصت کافی برای سنتز پروتئین ها و قندهای ذخیره شده دانه وجود نخواهد داشت. بنابراین، در این شرایط، درصد روغن دانه کاهش خواهد یافت (Alyari *et al.*, 2000). در این بررسی مشاهده شد که بارندگی های مناسب و بیشتر در طی فصل رشد در سال دوم، سبب شد که مقدار فتوسنتز خالص ارقام بیشتر شده و مقدار ذخیره هیدرات های

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

کربن افزایش یابد. از طرفی به دلیل افزایش طول دوره رشد ارقام، فرصت بیشتری برای ذخیره پروتئین و قندهای ذخیره شده دانه در سال دوم وجود داشت و در این شرایط، درصد روغن دانه افزایش نشان داد.

نتایج این آزمایش نشان داد که تنش کم آبی ایجاد شده از مرحله ساقه دهی به بعد سبب افزایش معنی دار درصد پروتئین دانه از ۱۸/۹۸ به ۲۲/۱۳ درصد گردید. افزایش نیتروژن مصرفی نیز سبب افزایش مقدار پروتئین دانه از ۱۷/۶۲ به ۲۳/۵۵ درصد گردید (جداول ۲ و ۳). اثر متقابل آبیاری× نیتروژن معنی دار نبود (جدول۴). رقم زرفام نیز به طور معنی داری نسبت به رقم مدنا، مقدار پروتئین دانه بالاتری (۲۱/۱ درصد) داشت (جدول ۵).

در بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و کیفیت دانه کلزا، در بالاترین مقدار مصرف نیتروژن، پایین ترین مقدار درصد روغن دانه (۴۴/۱–۴۳/۸ درصد) دیده شد. در مقابل، بالاترین درصد روغن دانه، در شرایط بدون مصرف کود (۴۷/۷– ۴۶/۸ درصد) مشاهده شد. مقدار پروتئین دانه نیز به ترتیب ۲۱/۶ و ۱۷/۷ درصد در شرایط نیتروژن بالا و پایین متغیر بود (Rathke *et al.*, 2005). در آزمایش های زیادی مشاهده شده است که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی در کلزا، میزان روغن دانه کاهش ولی مقدار پروتئین دانه افزایش می یابد (Asare and Scarisbrick, 1995; Osborne and Batten, 2000; Rathke *et al.*, 2005). تریبوی و رینارد (Triboi and Renard,1999) در بررسی اثر درجه حرارت و تنش کم آبی بر روی کلزای پاییزه از مرحله پایان گل دهی تا مرحله رسیدن فیزیولوژیکی مشاهده کردند که در شرایط کم آبی، مقدار نیتروژن دانه افزایش، در حالی که مقدار روغن دانه کاهش یافت. میزان روغن و پروتئین دانه در شرایط کم آبی، همبستگی منفی و معنی داری داشتند. تنش رطوبتی همانند درجه حرارت بالا در هنگام رسیدگی، درصد روغن را کاهش در حالی که درصد پروتئین را افزایش می دهد (Kafi *et al.*, 2000). یکی از دلایل افزایش درصد پروتئین دانه در شرایط تنش ممکن است انباشت پروتئین های شوک حرارتی در دانه های در حال رشد و رسیده است (Giornini and Galili, 1991) بررسی های زیادی نشان داده اند که مقدار پروتئین دانه همراه با افزایش نیتروژن مصرفی افزایش می یابد. از نتایج این تحقیق چنین استنباط می شود که رقم زرفام در شرایط کم آبی و آبیاری معمول توانست درصد نیتروژن دانه بالاتر و به دنبال آن، درصد پروتئین دانه بالاتری نسبت به رقم مدنا تولید کند.

د- عملکرد روغن دانه

بین دو سال آزمایش، تفاوت معنی داری از نظر عملکرد روغن دانه مشاهده شد. بیشترین مقدار عملکرد روغن دانه (۱/ ۱۱۷۷ کیلوگرم در هکتار) در سال دوم مشاهده شد (جدول ۱). تخلیه رطوبتی خاک، سبب کاهش معنی دار این صفت از ۱۵۱۵ به ۸۴۲/۶ کیلوگرم در هکتار گردید. با افزایش نیتروژن مصرفی، مقدار عملکرد روغن دانه از ۷۷۶/۲ به ۱۳۹۱ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت که این افزایش معنی دار بود (جداول ۲ و ۳). در بررسی اثر متقابل آبیاری × نیتروژن نیز مشاهده شد که بیشترین(۱۸۱۳ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۵۷۳/۶ کیلوگرم در هکتار) مقدار این صفت به ترتیب به تیمارهای I_1N_4 و I_3N_1 تعلق دارد که این تفاوت معنی دار بود (جدول ۴). رقم زرفام نیز، به طور معنی داری نسبت به رقم مدنا، عملکرد روغن دانه بالاتری (۱۱۷۵/۲ کیلوگرم در هکتار) داشت (جدول ۵). در آزمایشی گیاه کلزا در دو تیمار جداگانه کم آبی در مراحل رویشی و زایشی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در شرایط تنش کم آبی عملکرد دانه و روغن دانه به طور معنی داری تحت تأثیر قرار نمی گیرند. در صورتی که شرایط تنش آبی شدید موجب کاهش معنی دار عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه گردید (Jensen *et al.*, 1996).

جدول۴ـ اثر متقابل آبیاری × نیتروژن بر میانگین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه و عملکرد روغن دانه کلزا.

Table 4. Interaction of irrigation × nitrogen on mean of number of siliques per plant, number of seeds per silique, 1000-seeds weight, seed yield, oil and protein contents and seed oil yield in rapeseed.

		میانگین Mean						
اثر متقابل آبیاری × نیتروژن Interaction of Irrigation × nitrogen		تعداد دانه در خورجین No. seeds per silique	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seeds weight (g)	تعداد خورجین در بوته No. siliques per plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	میزان پروتئین دانه (درصد) Protien content (%)	میزان روغن دانه (درصد) Oil content (%)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed oil yield (kg/ha)
I_1	N_1	24 d	3.56 de	121.8 f	2340 f	16.15 j	47.11 a	1112 e
	N_2	26 c	3.66 bcd	167 d	3125 cd	18.01 h	45.17 b	1412 c
	N_3	29 b	3.80 abc	234.6 b	3860 b	20.09 fg	44.65 bc	1724 b
	N_4	30 a	3.93 a	306.9 a	4411 a	21.66 d	42.88 d	1813 a
I_2	N_1	22 e	3.66 bcd	79.8 h	1370 h	17.27 i	46.80 a	643.5 h
	N_2	23 f	3.67 bcd	105.2 g	2648 e	20.14 f	44.20 c	1170 e
	N_3	26 c	3.85 ab	145.2 e	9883 d	21.45 de	42.69 d	1274 d
	N_4	26 c	3.76 abc	196.6 c	3254 c	23.65 b	41.52 e	1536 c
I_3	N_1	19 g	3.38 e	39.4 i	1283 h	19.42 g	44.61 bc	573.6 h
	N_2	22 f	3.43 e	73.5 h	1821 g	20.90 e	41.38 e	754 g
	N_3	24 de	3.64 cd	118.6	2546 ef	22.88 c	40.78 ef	1038 f
	N_4	25 d	3.55 de	129.2	2508 ef	25.34 a	40.14 f	1005 f

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

- Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- using Duncans Multiple Range Test.

I_1= ۴۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک، I_2 = ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک، I_3 = ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک

I_1= 40 percent depletion of soil water, I_2= 60 pecent depletion of soil water, I_3= 80 percent depletion of soil water

N_1= صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار، N_2= ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، N_3=۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، N_4= ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

N_1= 0kg/ha nitrogen N_2=50kg/ha nitrogen, N_3=150kg/ha nitrogen, N_4= 225kg/ha nitrogen

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

جدول۵ـ اثر رقم بر میانگین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه و عملکرد روغن دانه کلزا.

Table 5. Effect of cultivar on mean of number of siliques per plant, number of seeds per silique, 1000-seeds weight, seed yield, oil and protein contents, and seed oil yield in rapeseed.

Cultivar	رقم	وزن هزار دانه (گرم) 1000-seeds weight (g)	تعداد دانه در خورجین No. seeds per silique	تعداد خورجین در بوته No. siliques per plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	میزان روغن دانه (درصد) Oil content (%)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed oil yield (kg/ha)	میزان پروتئین دانه (درصد) Protien content (%)
		Mean میانگین						
Zarfam	زرفام	3.82 a	26 a	144.4 a	2689.5 a	43.74 a	1175.2 a	21.1 a
Modena	مدنا	3.51 b	25 b	141.6 b	2668.5 b	43.25 b	1137.2 b	20.0 b

- میانگین‌هایی، در هر ستون که دارای حرف مشترک می باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

- Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncans Multiple Range Test.

جدول ۶ـ اثر متقابل آبیاری × رقم بر تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه و عملکرد روغن دانه کلزا.

Table 6. Interaction of irrigation × cultivar on mean of number of siliques per plant,number of seeds per silique, 1000-seeds weight, seed yield, oil and protein contents and seed oil yield in rapeseed.

اثر متقابل آبیاری× رقم Interaction of Irrigation × cultivar		وزن هزار دانه (گرم) 1000-seeds weight (g)	تعداد دانه در خورجین No. seeds per silique	تعداد خورجین در بوته No. siliques per plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	میزان روغن دانه (درصد) Oil content (%)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed oil yield (kg/ha)	میزان پروتئین دانه (درصد) Protien content (%)
		Mean میانگین						
I_1	V_1	3.89 a	28 a	212.4 a	3448 a	44.43 a	1542 a	19.74 e
	V_2	3.58 b	27 b	202.8 b	3420 a	45.08 a	1489 b	18.22 f
I_2	V_1	3.89 a	25 c	130.4 c	2616 b	44.13 b	1143 c	21.08 c
	V_2	3.58 b	24 d	132 c	2512 b	43.48 c	1078 d	20.17 d
I_3	V_1	3.65 b	23 e	90.3 d	2005 c	42.27 d	840.5 e	22.60 a
	V_2	3.35 c	22 f	90 d	2074 c	41.18 e	884.7 e	22.67 b

- میانگین‌هایی، در هر ستون، که یک حرف مشترک دارند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

- Means, in each column, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncans Multiple Range Test.

I_1= ۴۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک I_2 = ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک I_3 = ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک

I_1= 40 percent depletion of soil water, I_2= 60 pecent depletion of soil water, I_3= 80 percent depletion of soil water

V_1= زرفام V_2= مدنا

V_1= Zarfam V_2= Modena

جدول ۷ـ اثر متقابل نیتروژن × رقم بر میانگین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه و عملکرد روغن دانه کلزا.

Table 7. Interaction of nitrogen × cultivar on mean of number of siliques per plant,number of seeds per silique, 1000-seeds weight, seed yield, oil and protein contents and seed oil yield in rapeseed.

اثر متقابل نیتروژن× رقم Interaction of nitrogen × cultivars		Mean میانگین						
		وزن هزار دانه (گرم) 1000-seeds weight (g)	تعداد دانه در خورجین No. seeds per silique	تعداد خورجین در بوته No. siliques per plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	میزان روغن دانه (درصد) Oil content (%)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed oil yield (kg/ha)	میزان پروتئین دانه (درصد) Protien content (%)
N_1	V_1	3.63 bc	22 g	77.9 e	1542 f	18.10 g	716 f	45.81 b
	V_2	3.43 d	22 f	82.7 e	1787 e	46.53 a	836.4 e	17.13 h
N_2	V_1	3.73 b	25 d	116.5 d	2546 d	43.81 c	1124 d	20.34 e
	V_2	3.44 d	23 e	114 d	2517 d	43.36 c	1100 d	19.02 f
N_3	V_1	3.93 a	27 b	171.2 b	3165 bc	43.12 c	1372 b	22.11 c
	V_2	3.60 bc	25 c	161 c	3094 c	42.29 d	1318 c	20.83 d
N_4	V_1	3.95 a	28 a	211.9 a	3506 a	42.23 d	1489 a	24.01 a
	V_2	3.54 cd	26 c	208.6 a	3276 b	40.80 e	1294 c	23.09 b

- میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

- Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- using Duncans Multiple Range Test.

N_1= صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار، N_2= ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، N_3=۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، N_4= ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

N_1= 0kg/ha nitrogen, N_2=50kg/ha nitrogen, N_3=150kg/ha nitrogen, N_4= 225kg nitrogen

V_1= زرفام V_2= مدنا

V_1= Zarfam V_2= Modena

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

جدول ۸ـ اثر متقابل آبیاری × نیتروژن × رقم بر میانگین تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه و عملکرد روغن دانه کلزا

Table 8. Interaction of Irrigation × Nitrogen × Cultivar on mean of number of siliques per plant, number of seeds per silique, 1000-seeds weight, seed yield, oil and protein contents and seed oil yield in rapeseed.

اثر متقابل آبیاری × نیتروژن × رقم Interaction of Irrigation × nitrogen × cultivar		Mean میانگین وزن هزار دانه (گرم) 1000-seeds weight(g)	تعداد دانه در خورجین No. seeds per silique	تعداد خورجین در بوته No. siliques per plant	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	میزان پروتئین دانه (درصد) Protien content (%)	میزان روغن دانه (درصد) Oil content (%)	عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed oil yield (kg/ha)
I_1	N_1V_1	24 hi	3.66 defgh	123.8 gh	2272 h	16.67 m	46.35 bc	1070 gh
	N_1V_2	24 ghi	3.46 ghij	119.8 hi	2408 fgh	15.63 n	47.86 a	1053 fg
	N_2V_1	27 e	3.82 bcd	169.8 e	3129 d	19.05 k	45.25 cd	1416 d
	N_2V_2	25 fg	3.49 fghij	164.1 e	3121 d	16.98 m	45.09cd	1408 d
	N_3V_1	30 b	3.97 abc	245.8 b	4024 b	21.10 gh	44.48 de	1791 b
	N_3V_2	28 cd	3.64 defgh	223.4 c	3696 c	19.08 k	44.82 d	1657 c
	N_4V_1	31 a	4.12 a	310.1 a	4367 a	22.13 ef	43.23 ef	1890 a
	N_4V_2	29 c	3.74 bcdefg	303.8 a	4455 a	21.20 g	42.53 fg	1736 bc
I_2	N_1V_1	22 l	3.77 bcdef	75.4 k	1304 jk	17.80 l	46.70 ab	612 k
	N_1V_2	22 kl	3.56 defghij	84.2 k	1436 j	16.75 m	46.90 ab	674 gk
	N_2V_1	25 gh	3.80 bcde	107.6ij	2697 ef	20.65 hi	44.40 de	1198 ef
	N_2V_2	22 kl	3.54 defghij	102.9 j	2599 fg	19.63 j	44 de	1142 fg
	N_3V_1	27 e	4 ab	149.6 f	3949 de	21.85 f	43.17 de	1275 e
	N_3V_2	25 fg	3.70 cdefg	140.7 f	3016 d	21.05 gh	42.20 fgh	1272 e
	N_4V_1	27 de	4.01 ab	189.1 d	3513 c	24.02 c	42.23 fgh	1488 d
	N_4V_2	26 f	3.51 efghij	200.1 d	2995 d	23.27 d	40.82 hi	1224 ef
I_3	N_1V_1	19 o	3.48 fghij	34.5 l	1050 k	19.83 j	44.38 de	466.1 l
	N_1V_2	20 n	3.28 j	44.3 l	1517 j	19.02 k	44.84 d	681.2 gk
	N_2V_1	23 kl	3.57 defghi	72 k	1811 i	21.33 g	41.78 g	756.9 j
	N_2V_2	21 m	3.29 ij	74.9 k	1831 i	20.48 i	40.98 hi	751 j
	N_3V_1	24 ghi	3.81 bcd	118.2 k	2522 fgh	23.38 d	41.70 gh	1051 h
	N_3V_2	23 jk	3.48 fghij	118.9 hi	2571 fg	22.38 e	39.85 ig	1024 h
	N_4V_1	26 f	3.74 bcdefg	136.4 fg	2637 fg	25.88 a	41.23 gh	1088 gh
	N_4V_2	24 ij	3.37 hij	122 hi	2378 gh	24.80 b	39.06 j	922.2 i

– میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حرف مشترک می باشند بر مبنای آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

- Means, in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5% probability level- using Duncans Multiple Range Test.

I_1= ۴۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک، I_2 = ۶۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک، I_3 = ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک

I_1= 40 percent depletion of soil water, I_2= 60 pecent depletion of soil water, I_3= 80 percent depletion of soil water

N_1= صفر کیلوگرم نیتروژن در هکتار N_2= ۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار N_3=۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار N_4= ۲۲۵ کیلوگرم نیتروژن در هکتار

N_1= 0kg/ha nitrogen, N_2=50kg/ha nitrogen, N_3=150kg/ha nitrogen, N_4= 225kg/ha nitrogen

V_1= زرفام V_2= مدنا

V_1= Zarfam V_2= Modena

در بررسی تیمارهای آبیاری نیز در گونه های جنس براسیکا مشخص گردید که در تمام گونه ها، عملکرد روغن دانه در تیمار دوبار آبیاری یعنی آبیاری در ۵۰ درصد گل دهی و ۵۰ درصد نمو خورجین ها نسبت به شرایط بدون آبیاری (خشکی) بالاترین مقدار را داشت (Singh *et al*., 1994). کاهش عملکرد روغن دانه در شرایط تنش کم آبی توسط پژوهشگران دیگری نظیر هاشم و همکاران (Hashem *et al*., 1998) و رایت و همکاران (Wright *et al*., 1995) نیز گزارش شده است. در این بررسی، کم آبی از مرحله ساقه دهی به بعد، سبب کاهش درصد روغن دانه گردید. همچنین، عملکرد دانه نیز در شرایط کم آبی کاهش یافت. با توجه به همبستگی مثبت و قوی عملکرد روغن دانه با عملکرد دانه و درصد روغن دانه به نظر می رسد که کاهش درصد روغن و عملکرد دانه در شرایط تنش کم آبی در نهایت منجر به کاهش عملکرد روغن دانه گردیده است. همچنین، افزایش نیتروژن مصرفی سبب کاهش درصد روغن دانه و افزایش عملکرد دانه گردید که در نهایت سبب افزایش عملکرد روغن دانه گردید. کاهش عملکرد روغن دانه در شرایط تنش خشکی توسط پژوهشگران دیگری نظیر هاشم و همکاران (Hashem *et al*.,1998) و رایت و همکاران (Wright *et al*.,1995) نیز گزارش گردیده است. در بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژنه بر ارقام مختلف سویا مشاهده شد که با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، مقدار پروتئین دانه و عملکرد روغن دانه افزایش یافت که این افزایش عملکرد روغن دانه، بیشتر مربوط به افزایش عملکرد دانه بود. همچنین، همبستگی معنی داری میان عملکرد دانه و مقدار پروتئین دانه مشاهده شد (Ray *et al*., 2006). در این بررسی ، تنش خشکی سبب کاهش درصد روغن دانه گردید. همچنین ، عملکرد دانه نیز در شرایط تنش خشکی کاهش یافت. با توجه به همبستگی مثبت و قوی عملکرد روغن دانه با عملکرد دانه و درصد روغن دانه به نظر می‌سد که کاهش درصد روغن دانه و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی ، در نهایت منجر به کاهش عملکرد روغن دانه گردید. رقم زرفام با داشتن درصد روغن دانه بالاتر و عملکرد دانه بالاتر در شرایط آبیاری نرمال و تنش رطوبتی و نیتروژن مصرفی بالا و کم نسبت به رقم مدنا، توانست عملکرد روغن دانه بالاتری نیز در این شرایط تولید کند. در این بررسی مشاهده شد که بارندگی های مناسب در سال دوم و در نتیجه، فراهم آوری مجدد آب در فصل بهار (فروردین) که مقارن با زمان گل دهی کلیه ارقام بود نیز سبب افزایش عملکرد دانه و درصد روغن دانه در سال دوم نسبت به سال اول آزمایش شد و موجب گردید که عملکرد روغن دانه در سال دوم آزمایش نسبت به سال اول افزایش معنی داری داشت. در این تحقیق مشاهده شد که حتی تنش آبی متوسط اعمال شده از مرحله ساقه دهی نیز سبب کاهش معنی دار عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه تولیدی گردید. از طرفی، با افزایش نیتروژن مصرفی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد و عملکرد روغن دانه افزایش یافت. با جمع بندی نتایج این پژوهش مشخص گردید که تنش آبی و نیتروژن مصرفی کیفیت دانه را تحت تاثیر قرار داد به گونه ای که تنش آبی سبب کاهش در صد روغن دانه و افزایش درصد پروتئین دانه شد. افزایش نیتروژن مصرفی نیز سبب کاهش درصد روغن دانه و افزایش درصد پروتئین دانه شد. نتایج نشان داد که در شرایط آبیاری معمول و تنش رطوبتی استفاده از مقادیر بالای نیتروژن مصرفی جهت تولید عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه می تواند مناسب باشد.

منابع مورد استفاده

References

Alyari, H. , F. Shekari and F. Shekari. 2000. Oilseed crops (Cultivation and Physiology). Amidy Publisher

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.4.1]

Tabriz. Iran. pp:182.

Alizadeh, A. 1999. Relations of water and soil and plant. Emam Reza University Publisher. pp: 460.

Anynomous. 1998. Annual reports of Development of Oilseed Crops Production Company. Developments of Oilseed Crops Production Company Publication. pp:85.

Asare, E. and D. H. Scarisbrick. 1995. Rate of nitrogen and sulfur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Field Crops Res. 44(1): 41-46

Francois, J., M. Sanchez, F. Eusebio, L. Jose Andres, L. Tonorio and L. Ayerbe. 1998. Turgour maintenance, osmotic adjustment and soluble sugars and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field Crops Res. 59.(3): 225-235.

Giornini, S. and G. Galili. 1991. Characterization of HSP-70 cognate proteins from wheat. Theor. Appl. Genet. 82: 615-620.

Hashem, A., M. N. Amin Majumdar, A. Hamid and M. M. Hossein. 1998. Drought stress effects on seed yield, yield attributes, growth , cell membrane stability and gas exchange of synthesized *Brassica napus* L. J. Agron. and Crop Sci. 180: 129-136.

Henry, J. L. and K. B. McDonald. 1978. The effects of soil and fertilizer nitrogen and moisture stress on yield, oil and protein content of rape. Can. J. Soil Sci. 58: 303-310.

Hocking , P. J., J. Randall and D. DeMarco. 1997. The response of dryland canola to nitrogen fertilizer: partitioning and mobilization of drymatter and nitrogen, and nitrogen effects on yield components. Field Crops Res. 54: 201-220.

Jackson, G. D. 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agron. J. 92: 644-649.

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

Kafi, M. , E. Zand B. Kamkar H. R. Sharifi and M. Goldani. 2000. Plant physiology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad Publisher. pp: 379.

Kajdi, F. and K. Pocsai. 1993. Effect of irrigation on the yield potential, protein yield of oilseed rape cultivars. Acta. Ovarien. 35: 65-72.

Ntanos, D. A., and S. D. Koutroubas. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice Mediterranean conditions. Field Crops Res. 74: 93-101.

Ozer, H. 2003. Sowing date nad nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Europ. J. Agron. 19: 453-463.

Poma, I. , G. Venezia and L. Gristina. 1999. Rapeseed (*Brassica napus* L. var Oleifera D.C.) eco-physiological. and agronomical aspects as affected by soil water availability. Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress. Canberra. Australia. Pp. 110-118.

Rathke, G. W., O. Christen and W. Diepenbrok. 2005. Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field Crops Res. 94 (2 and 3): 103-113.

Ray, J. D., F. B. Fritschi and L. G. Heartherly. 2006. Large applications of fertilizer N at planting affects seed protein and oil concenteration and yield in the early soybean production system. Field Crops Research. 99(1): 67-74.

Rossate, L. , P. Laine and A. Qurry. 2001. Nitrogen storage and remobilization in *Brassica napus* L. during the growth cycle: nitrogen fluxes within the plant and changes in soluble protein patterns. J. of Expt. Bot. 52(361): 1655-1663.

Sieling , K, and O. Christen. 1997. Effect of preceding crop combination and N fertilization on yield of six oil-seed rape cultivars. Europ. J. Agron. 7(4): 301-306.

Sierts , H. P., G. Geisler, J. Leon and W. Dipenbrock. 1987. Stability of yield components for winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agron and Crop Sci: 158: 107-113.

Singh, B., B. P. Singh, A. S. Faroda and S. K. Gupta. 1994. Effect of irrigation and nitrogen levels on the quality and oil yield of Brassica species. Indian. J. Agron. 39(2): 262-265.

Sloan, R. J., R. P. Patterson and T. E. Carter. 1990 . Field drought tolerance of soybean plant introduction . Crop Sci: 30: 118-123.

Sylvester, B. and N. C. Bradley. 1978. Phenological stages in rapeseed (*Brassica napus* L.). Agron. J. 25: 36-41

Taylor, A. T., C. J. Smith and I. B. Wilson. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). Nut. Cyc. Agroeco. 29(3): 249-260.

Triboi-Blondel, A. M. and M. Renard. 1999. Effect of temperature and water stress on fatty acid composition of rapeseed oil (*Brassica napus* L.). Proceeding of the 10th International Repeseed Congress. Australia: Pp. 82-87.

Wright, P. R., J. M. Morgan, R. S. Jessop and A. Gass.1995. Comparative adaptation of canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea*) to soil water deficits: yield and yield components. Field Crops Res. 42: 1-13.

Wright, P. R., J. M. Morgan and R. S. Jessop. 1996. Comparative adaptation of canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea*) to soil water deficits: plant water relations and growth. Field Crops Res. 49: 51-49.

Effect of irrigation regiems and nitrogen levels on seed yield and seed quality of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

Daneshmand[1], A. R., A. H. Shirani-Rad[2], Gh. Nour-Mohammadi[3], Gh. Zarei[4], and J. Daneshian[5]

ABSTRACT

Daneshmand, A. R., A. H. Shirani-Rad, Gh. Nour-Mohammadi, Gh. Zarei and J. Daneshian. 2008. Effect of irrigation regiems and nitrogen levels on seed yield and seed quality of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. **Iraniam Journal of Crop Sciences. 10(3): 244-261 (in Persian).**

In order to determine the effects of water deficit and different nitrogen levels on seed quality, seed oil yield and seed yield in rapeseed, two field experiments were conducted using a factorial split-plot in randomized complete block design in, 2005-2006 and 2006-2007 growing seasons in Seed and Plant Improvement Institute, Kafaj, Iran. In this study, three water regimes (irrigation after 40, 60 and 80 percent depletion of soil water) and four nitrogen levels (0, 75, 150 and 225 Kg/ha) as factorial in main plots and two cultivars (Zarfam and Modena) as sub-plots, were studied. Results showed that increasing the nitrogen rate from 0 to 220 kg/ha and ??? in soil water, increased the seed yield. Increase in seed yield was related to increasing the number of siliques in plant and number of seeds per silique in both conditions. In water stress condition the seed oil decreased, but the seed protein increased. Increasing nitrogen use decreased seed oil, but increased seed protein. Results also showed that in both conditions (normal irrigation and water stress), high levels of N application could produce higher seed yield and seed oil yield. Zarfam had a higher nitrogen uptake and mobilization under normal irrigation and severe water stress conditions, and also in higher and lower nitrogen conditions, hence, produced higher seed yield.

Key words: Rapeseed, Water stress, Nitrogen, Seed oil yield, Oil content, Protein content.

Received: March, 2008.

1- Faculty member, Islamic Azad University, Ghaemshahr Unit, Ghaemshahr, Iran (Corresponding author)
2- and 5- Assistant Prof., Seed & Plant Improvement Institue, Karaj, Iran
3 - Prof., Science and Research Unit,Tehran, Islamic Azad University, Iran
4 - Assistant Prof., Agricultural Engineering Research Institue, Karaj, Iran