بررسی رقم، تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پاییزه کلزا

بهروز صالحی[1]، جعفر محمدی[2] و محسن خدادادی[2]

چکیده

به منظور بررسی اثر رقم، تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر در سال زراعی ۸۷- ۱۳۸۶ به‌صورت اسپیلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در این تحقیق ارقام لیکورد، طلایه و مودنا به‌عنوان فاکتور اصلی و دو عامل تراکم (بر اساس فاصله بوته روی ردیف ۵، ۱۲/۵ و ۲۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت (به‌صورت زیکزاک و مستطیلی) به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. صفات مورد ارزیابی شامل مراحل نمو، تعداد خورجین در گیاه، تعداد خورجین در واحد سطح، تعداد خورجین در هر شاخه، تعداد شاخه فرعی در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد روغن و عملکرد روغن بود. نتایج نشان داد که رشد و نمو کلزا کمتر تحت تأثیر تراکم و آرایش کاشت قرار گرفت و در تمام تیمارها تقریباً بر هم منطبق بود، ولی زمان وقوع هر مرحله در سه رقم مورد آزمایش متفاوت بود. همه صفات مورد مطالعه تحت تأثیر رقم قرار داشتند. اثر تراکم بر تعداد خورجین در گیاه، تعداد خورجین در واحد سطح، تعداد شاخه فرعی در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد روغن معنی‌دار بود. اثر آرایش کاشت بر تعداد خورجین در واحد سطح، تعداد خورجین در هر شاخه، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد روغن معنی‌دار بود. اثر متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت برای همه صفات معنی‌دار بود. در خصوص اثر رقم بر عملکرد دانه و درصد روغن به ترتیب رقم لیکورد و مودنا، در خصوص اثر تراکم بر عملکرد دانه، فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر و در خصوص اثر آرایش کاشت بر عملکرد دانه و درصد روغن آرایش کاشت زیکزاک و نهایتاً در بررسی متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد دانه و درصد روغن به ترتیب رقم طلایه، فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت زیکزاک و رقم مودنا، فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت مستطیلی) تیمارهای برتر بودند. با توجه به این‌که هدف اصلی از کاشت این گیاه تهیه روغن آن می‌باشد، لذا تیمار طلایه، فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت زیکزاک به‌دلیل تولید بالای روغن (۸۵/ ۱۵۷۱ کیلو گرم در هکتار) می‌تواند جهت کاشت در مناطق مشابه با شرایط این آزمایش توصیه گردد. بیشترین عملکرد دانه را رقم لیکورد (۳۲۴۵ کیلو گرم در هکتار) داشت که دارای بیشترین شاخص برداشت (۳۰/۹۴ درصد) بود. با افزایش فاصله بوته روی ردیف، عملکرد دانه و شاخص برداشت کاهش پیدا کرد. آرایش کاشت بر وزن هزار دانه و درصد روغن تأثیری نداشت، ولی سبب افزایش تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در واحد سطح، شاخص برداشت و عملکرد روغن گردید.

واژه‌های کلیدی: رقم، تراکم بوته، آرایش کاشت و فاصله بوته روی ردیف.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۳/۲٤ تاریخ پذیرش: ۸۹/۸/۱۱

۱- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر، گروه باغبانی، ابهر، ایران. salehi_222@yahoo.com

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ابهر، گروه باغبانی، ابهر، ایران.

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. روغن حاصل از این گیاهان نه تنها در صنعت بلکه به منظور تغذیه انسان مصرف می‌شود و یکی از منابع مهم تأمین‌کننده انرژی و نیز اسید چرب ضروری برای انسان می‌باشد. کشف پروتیین‌های گیاهی در این محصولات و استفاده از آن به جای گوشت و پروتئین حیوانی و نیز مصرف دانه‌های روغنی جدیدی چون سویا، شلغم روغنی، کرامب و هوهوبا به بازارهای جهانی سبب اهمیت روز افزون این محصولات شده است (Touliat Abolhassani, 1994). کاشت برخی از دانه‌های روغنی مانند منداب، کنجد، کرچک، گلرنگ و آفتابگردان در ایران سابقه طولانی دارد در این میان منداب از خانواده شلغم روغنی (براسیکاسه) مدت‌ها به عنوان روغن چراغ استفاده می‌شده است (Ahmad Zadeh, 2007). منشاء استفاده از این روغن‌ها به کشورهای آسیای شرقی بر می‌گردد و حتی در حال حاضر نیز در این کشورها دو گونه شلغم روغنی و خردل خاوری کشت می‌شود و این در حالی است که این نواحی جزء بزرگترین مصرف کننده‌های روغن براسیکا محسوب می‌گردند (Afshari Azad, 2001). خانواده براسیکاسه به‌عنوان یک منبع مهم روغن و پروتئین مطرح هستند، زیرا میزان روغن و پروتئین دانه به ترتیب حدود ٤٢ و ٤١ درصد می‌باشد، اما برخی از گونه‌های این خانواده بیشتر از ٦٠ درصد اسید اروسیک دارند که یک ماده سمی است. علاوه بر ماده مضر فوق، یک ماده مضر دیگر در کنجاله و علوفه کلزا بنام گلوکوزینولات وجود دارد. این ماده شیمیایی در برخی از گیاهان وجود داشته و باعث طعم تند و بوی زننده اندام‌های آن‌ها می‌گردد و در ارقام جدید کلزا میزان این ماده مضر بسیار کاهش یافته است. فیبر نیز از دیگر موادی است که باعث افت کیفیت کنجاله می‌گردد و بدین لحاظ کلزا در مسیر اصلاح و کاهش مواد مضر از قبیل میزان اسید اروسیک، گلوکوزینولات و فیبر قرار گرفت و ارقام یک صفر، دو صفر و سه صفر حاصل شد (Anonymous, 2004-7).

در ارقام یک صفر، میزان اسید اروسیک به حد بسیار کمی تقلیل یافته است. این ارقام معمولاً کانادایی بوده و حاوی کمتر از ٥ درصد اسید اروسیک در روغن و ٢٠٥- ١٠٠ میکرومول گلوکوزینولات در هر گرم می‌باشد. در ارقام دو صفر علاوه بر میزان اسید اروسیک میزان گلوکوزینولات هم بسیار کاهش یافته و حاوی ٢ درصد اسید اروسیک در روغن و ٣٠- ١٨ میکرومول گلوکوزینولات در هر گرم کنجاله می‌باشند. در سال ١٩٧٩ نام عمومی کانولا در کانادا برای کلیه رقم‌های دو صفر منظور گردید. در ارقام سه صفر هر سه ماده نا مطلوب اسید اروسیک، گلوکوزینولات و فیبر به حداقل رسیده‌اند که نوع اصلاح شده ارقام شلغم روغنی بوده و اصطلاحاً به آن‌ها کندل می‌گویند. روغن کلزا در مقایسه با روغن‌های حاصل از دانه‌های ذرت، آفتابگردان و سویا به دلیل وجود اسیدهای چرب اشباع شده و فاقد کلسترول از کیفیت تغذیه‌ای بالایی برخوردار است. در مسیر اصلاح، ترکیب‌های چرب کلزا نیز تغییر یافت، به‌طوری‌که ارقامی با اسید لینولئیک پایین به‌دست آمده‌اند که روغن آن‌ها در برابر اکسیداسیون دوام بیشتری دارند (Ahmad Zadeh, 2007).

به دلیل تنوع آب و هوایی در ایران امکان کشت بسیاری از دانه‌های روغنی با کیفیت خوب وجود دارد. در این میان کشت گیاهان روغنی مانند کلزا که در ابتدا بومی ایران نیز بوده است می‌تواند جهت تأمین بخشی از نیازهای کشور مفید واقع شود (Rudy *et al*., 2003). خصوصیات زراعی کلزا به ویژه مقاوم بودن آن به خشکی و تا حدودی به شوری و همچنین مقاومت در برابر سرما سبب می‌شود که این گیاه قابلیت کشت در اقلیم‌های مختلف را به صورت آبی و دیم داشته باشد (Afshari Azad, 2001). از این لحاظ آزمایشی به منظور بررسی اثرات تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام پاییزه کلزا در منطقه ابهر اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در منطقه ابهر با ارتفاع ١٥٧٥ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی ٢٩٩/٢ میلی‌متر که از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک طبقه‌بندی می‌گردد (Alizadeh *et al*., 1995) انجام گردید. این آزمایش به‌صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود که ارقام به‌عنوان تیمار اصلی و دو فاکتور تراکم و آرایش کاشت به‌صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی آن قرار داشتند. طول هر بلوک ٥٤ متر و عرض آن شش متر و فاصله بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل پنج ردیف و فاصله بین کرت‌های فرعی ٥٠ سانتی‌متر (یک ردیف نکاشت) و فاصله بین کرت‌های اصلی یک متر منظور گردید. فاکتور

اصلی شامل: سه رقم کلزا به نام‌های طلایه، لیکورد و مودنا و فاکتورهای فرعی عبارت بودند از تراکم و آرایش کاشت که تراکم براساس فاصله بوته روی ردیف، شامل سه سطح پنج سانتی‌متر (۴۰۰ هزار بوته در هکتار)، ۱۲/۵ سانتی‌متر (۱۶۰ هزار بوته در هکتار) و ۲۰ سانتی‌متر (۱۰۰ هزار بوته در هکتار) و آرایش کاشت شامل، آرایش مستطیلی و آرایش زیکزاک بود. کاشت به‌صورت دستی انجام گرفت، به این ترتیب که کرت‌های با فاصله بین بوته ۵ و ۱۲/۵ سانتی‌متر به‌صورت خطی و کرت‌هایی با فاصله بین بوته ۲۰ سانتی‌متر، به‌صورت کپه‌ای بذرکاری شدند و بلافاصله زمین آبیاری گردید. تعیین مراحل نمو کلزا شامل رشد رویشی و زایشی مطابق با تقسیم‌بندی سیلوستر – باردلی (Sylvester- Bradley and Makepeace, 1984) برای هر یک از کرت‌ها به‌طور جداگانه و بر روی سه بوته مشخص و به فاصله هر ۱۰ روز یک‌بار در طول دوره رشد گیاه تعیین شد و ارتفاع گیاه بعد از به ساقه رفتن هر ۱۰ روز اندازه‌گیری و ثبت شد (جدول۱). برای تعیین اجزای گیاهی قبل از برداشت نهایی از سه ردیف وسط هر کرت تعداد سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و درون کیسه‌های مخصوص قرار داده و شماره‌گذاری شد و به منظور اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیکی و اجزای عملکرد، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. مشخصات مورفولوژیکی گیاه در آزمایشگاه تعیین و پس از قرار دادن در آون ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت، توزین و ثبت شد. برای تعیین اجزای عملکرد، خورجین‌ها پس از خشک شدن وزن شده و سپس دانه‌ها از پوسته خورجین جدا گردید و پس از توزین، شمارش شد. لذا تعداد خورجین در گیاه، تعداد خورجین در واحد سطح، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه در تک بوته به تفکیک تعیین گردید. از تقسیم تعداد دانه بر تعداد خورجین، میانگین تعداد دانه در هر خورجین در کلیه تیمارهای اصلی و فرعی مشخص شد. برای تعیین عملکرد، توسط اجزای عملکرد از معادله زیر استفاده شد:

$$Y=K\ (P^*\ G^*\ W)$$

در این فرمول Y، وزن دانه (کیلو گرم در هکتار)، K تعداد بوته در هکتار، P تعداد خورجین در گیاه، G تعداد دانه در خورجین و W وزن دانه (کیلوگرم) می‌باشند. به منظور تعیین عملکرد اقتصادی، به‌طور تصادفی از پنج متر مربع از ردیف‌های کاشت غیر حاشیه‌ای استفاده شد. بوته‌ها توسط قیچی باغبانی از محل ساقه گل دهنده قطع و داخل کیسه‌های مخصوص قرار داده شد و بذرها در معرض آفتاب خشک شدند. دانه‌ها به‌صورت دستی جدا و سپس توزین شدند. از دانه‌های هر کرت ۱۰۰ گرم به‌صورت تصادفی انتخاب و به منظور تعیین رطوبت به مدت ۴۸ ساعت درون آون با حرارت ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شد و میزان رطوبت هر نمونه محاسبه گردید و عملکرد دانه براساس ۱۰ درصد رطوبت دانه تنظیم شد. شاخص برداشت گیاه (نسبت وزن خشک دانه به وزن کل گیاه) محاسبه و وزن هزار دانه بذور در کل گیاه با استفاده از دستگاه بذر شمار و ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری و ثبت شد. درصد روغن در آزمایشگاه و با استفاده از دستگاه Inframtic اندازه‌گیری شد. عملکرد روغن دانه از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه به‌دست آمد. مطالعه مراحل فنولوژیکی بر اساس درجه روز – رشد با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$GDD = \sum [(T_{max} + T_{min}) - T_b]$$

درجه حرارت‌های حداقل و حداکثر هوا از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک خرمدره که در ۵۰۰ متری محل آزمایش بود گرفته شد (Anonymous, 2007). در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها و رسم نمودارها از نرم افزارهای کامپیوتری Excel و MSTAT-C استفاده شد و آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مراحل نمو

مراحل رشد و نمو کلزا براساس GDD و تعداد روز از کاشت تا هر یک از مراحل نمو نشان داده شده است (جدول۱). شروع نمو زایشی در کلزا تحت تأثیر دما، طول روز، رقم و سایر عوامل مختلف قرار دارد (Bauer *et al*., 1984; Morrison *et al*., 1989). بنابراین تعداد روزهای لازم برای شروع مرحله زایشی و مراحل دیگر رشد تحت تأثیر این عوامل خواهد بود (Azizi, 1993) در این بررسی رشد و نمو

جدول۱- مراحل فنولوژیکی ارقام کلزا براساس تعداد روز از کاشت و درجه روز - رشد مورد نیاز از کاشت تا هر یک از مراحل نمو

Table 1. Phenological stages of rapeseed cultivars based on number of days from planting and growing degree days required from planting to each of the developmental stages

مراحل نمو Development stage	زیر مرحله Sub stage	کد مرحله Stage code	رقم Cultivar	تعداد روز No. of days	درجه روز - رشد (GDD)
جوانه‌زنی و سبز شدن Emergence	ظهور کوتیلدون	0.80	Licord, Talayeh and Modena	9	151.9
تولید برگ Leaf production	چهار برگی	1.04	Licord and Talayeh	41	556
			Modena	36	502.10
	هشت برگی	1.08	Licord and Talayeh	57	733.10
			Modena	54	697.20
	دوازده برگی	1.12	Licord and Talayeh	194	967.95
			Modena	179	836.80
ساقه رفتن Stem elongation	ده میانگره مشخص	2.10	Licord and Talayeh	215	1205.45
			Modena	204	1087.15
	چهارده میانگره مشخص	2.14	Licord and Talayeh	223	1309.15
			Modena	212	1167.15
تولید گل Flower production	۵۰ درصد گل‌دهی	4.50	Licord and Talayeh	241	1588.35
			Modena	228	1400.05
رشد خورجین Silique growth	۵۰ درصد خورجین	5.50	Licord and Talayeh	249	1712.95
			Modena	235	1508.25
	بذر سبز	6.30	Licord and Talayeh	258	1871.55
			Modena	247	1681.15
	بذر سخت و سیاه	6.90	Licord and Talayeh	278	2253.45
			Modena	267	2043.65

کلزا کمتر تحت تأثیر تراکم و آرایش کاشت قرار گرفت و در تمام تیمارها تقریباً بر هم منطبق بود. ولی زمان وقوع هر مرحله در سه رقم مورد آزمایش متفاوت بود. کلزا در این منطقه به حدود ۱۳۸۱ درجه روز ـ رشد نیاز دارد تا فاصله کاشت تا گل‌دهی را طی کند که در شرایط موجود این فاصله زمانی حدود ۲۲۸ روز بود. گیاه برای گذر از مرحله خورجین دهی مجموعاً GDD ۱۷۰۰ دریافت می‌دارد. حساس‌ترین مرحله نمو گیاه شروع پر شدن خورجین و یا تشکیل دانه می‌باشد (Azizi, 1993). ارقام مورد کاشت حدوداً با کسب ۱۷۰۰ درجه روز ـ رشد و پس از حدود ۲۵۰ روز وارد این مرحله گردیدند. زمان رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه ۲۷۸ روز پس از کاشت زمانی‌که درجه ـ روز رشد تجمع یافته به ۴۵/ ۲۲۵۳ رسید، اتفاق افتاد.

عملکرد و اجزای عملکرد

تعداد خورجین در گیاه

نتایج حاصل از این آزمایش اثر رقم را بر تعداد غلاف در گیاه معنی‌دار نشان داد (جداول۲ و ۳) ارقام طلایه، مودنا و لیکورد به ترتیب دارای ۴۱۶/۴، ۳۷۶/۹ و ۲۶۹/۷ عدد خورجین در بوته بودند. تولید خورجین در گیاه به قابلیت گیاه و عوامل ژنتیکی بستگی دارد (Rao and Mendham, 1991). اثر تراکم بر تعداد خورجین در گیاه معنی‌دار شد (جداول۲ و ۳). در فواصل بوته روی ردیف ۵، ۱۶ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب ۳۰۰، ۳۰۱/۲ و ۴۹۱/۸ خورجین در هر گیاه به دست آمد. به نظر می‌رسد گیاه در اثر فشار تراکم و افزایش رقابت بین بوته‌ای و داخل بوته‌ای تعداد خورجین‌های خود را کاهش داده است. گزارشات محققان دیگر (Heikkinen and Auld, 1991; Ikeda, 1992 Rao and Mendham, Hicks *et al*., 1969 (1991; Scarisbrick *et al*., 1982; موید این نتیجه است. اثر آرایش کاشت بر تعداد خورجین در بوته معنی‌دار نبود (جداول۲ و ۳). ولی در آرایش کاشت زیکزاک تعداد آن بیشتر از آرایش مستطیلی بود. نتایج محققان نیز این مطلب را تأیید می‌کند (Ikeda 1992; Ganjali, 1993 Hicks *et al*., 1969; Morrison *et al*., 1990 a; Kondra, 1975;). اثر متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر تعداد خورجین در گیاه معنی‌دار بود (جدول۴). بیشترین تعداد خورجین در گیاه (۶۵۴/۷ عدد) مربوط به رقم طلایه، فاصله بوته روی ردیف ۲۰

Table 2. M.S. of traits evaluated

جدول ۲ – میانگین مربعات صفات ارزیابی شده

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	تعداد خورجین در گیاه No. silique. plant^{-1}	تعداد خورجین در متر مربع No. Silique. m^{-2}	تعداد خورجین در هر شاخه No.silique.branch^{-1}	تعداد شاخه فرعی در گیاه No. branch. plant^{-1}	تعداد دانه در خورجین No. grain. silique^{-1}	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد روغن Oil percent	عملکرد روغن Oil yield
تکرار (R)	3	41259.79	147361.45	0.25	2.08	0.26	0.03	2411.70	0.32	3.09	1689.28
رقم (A)	2	195240.59*	113517382.29**	532.75**	163.10**	671.32**	0.64**	217386.26**	517.74**	15.27**	90417.26**
اشتباه اول E(a)	6	41730.87	196798.95	0.52	4.713	0.14	0.02	493.41	1.44	0.86	661.98
تراکم (B)	2	274436.05*	255046069.79**	0.33^{ns}	383.80**	113.10**	0.46**	16616.93**	1522.60**	0.58^{ns}	1299.60^{ns}
رقم × تراکم A*B	4	83086.82*	5616423.95**	19.48**	2.486*	13.94**	0.13*	38085.32**	30.59**	5.12*	20930.59*
آرایش کاشت (C)	1	24976.12^{ns}	97167.01*	17.20**	0.11^{ns}	31.86**	0.02^{ns}	479873.38**	50.66**	0.64^{ns}	113579.33**
رقم × آرایش کاشت A*C	2	87851.54*	8034646.18**	53.31**	25.89*	4.30**	0.26**	167237.68**	23.42**	0.002*	33232.58*
تراکم × آرایش کاشت B*C	2	40393.16*	2992458.68**	80.86**	3.19**	21.15**	0.07*	378627.68**	25.54**	0.60^{ns}	65998.44*
رقم × تراکم × آرایش کاشت A*B*C	4	50653.39*	2842937.84*	5.00**	12.78*	2.32**	0.02*	112142.28*	16.42*	0.53*	20795.51*
اشتباه دوم E(b)	45	47249.99	80330.90	0.35	4.43	0.10	0.03	816.66	1.88	2.61	2447.14
ضریب تغییرات (%) C.V.	–	58.99	4.51	1.92	20.18	2.36	4.66	0.90	4.94	3.53	3.42

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** non significant and significant at 5 and 1 percent of probability levels, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر رقم، تراکم و آرایش کاشت در تیمارهای مورد مطالعه

Table 3. Mean comparison of cultivar, density and planting pattern four traits studied

تیمار **Treatment**	تعداد خورجین در گیاه **No. silique.plant^{-1}**	تعداد خورجین در متر مربع **No. silique. m^{-2}**	تعداد خورجین در هر شاخه **No. silique. branch^{-1}**	تعداد شاخه فرعی در گیاه **No. branch. plant^{-1}**	تعداد دانه در خورجین **No. grain. silique $^{-1}$**	وزن هزار دانه **1000 Grain weight (g)**	عملکرد دانه **Grain yield (kg.h^{-1})**	شاخص برداشت **Harvest index (%)**	درصد روغن **Oil percent** (٪)	عملکرد روغن **Oil yield (kg.h^{-1})**
Cultivar رقم										
Licord لیکورد	269.70 ^{b}	4628 ^{c}	31.10 ^{b}	7.667 ^{c}	18.20 ^{a}	3.65 ^{b}	3245 ^{a}	30.94 ^{a}	45.74 ^{b}	1485 ^{a}
Talayeh طلایه	446.40 ^{a}	8746 ^{a}	35.39 ^{a}	12.84 ^{a}	7.771 ^{c}	3.89 ^{a}	3057 ^{c}	22.47 ^{c}	45.04 ^{c}	1377 ^{b}
Modena مودنا	376.90 ^{ab}	5475 ^{b}	25.98 ^{c}	10.80 ^{b}	14.50 ^{b}	3.56 ^{b}	3175 ^{b}	30.00 ^{b}	46.63 ^{a}	1481 ^{a}
Density تراکم										
5 cm	300.00 ^{b}	10050 ^{a}	30.66 ^{a}	14.81 ^{a}	14.98 ^{a}	3.85 ^{a}	3147 ^{a}	33.27 ^{a}	45.94 ^{a}	1446 ^{a}
12.5 cm	301.20 ^{b}	4479 ^{b}	30.90 ^{a}	9.529 ^{b}	14.49 ^{b}	3.64 ^{b}	3142 ^{a}	31.48 ^{b}	45.84 ^{a}	1441 ^{a}
20 cm	491.80 ^{a}	4323 ^{b}	30.91 ^{a}	6.971 ^{c}	11.00 ^{c}	3.60 ^{b}	3197 ^{b}	18.76 ^{c}	45.64 ^{a}	1456 ^{a}
Planting pattern آرایش کاشت										
Rectangular مستطیلی	387.10 ^{a}	6319 ^{a}	30.35 ^{a}	10.39 ^{a}	12.82 ^{b}	3.72 ^{a}	3078 ^{b}	26.97 ^{b}	45.71 ^{a}	1407 ^{b}
Zigzag زیکزاک	349.90 ^{a}	6245 ^{b}	31.33 ^{a}	10.47 ^{a}	14.16 ^{a}	3.69 ^{a}	3241 ^{a}	28.64 ^{a}	45.90 ^{a}	1487 ^{a}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با همدیگر در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with the same letter in each column have no significant differences at %5 of probability level (according to Duncan)

Table 4. Comparison of means of interaction effects of cultivar, planting density and planting pattern for the traits studied جدول٤- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت برای صفات مورد بررسی

رقم Cultivar	تراکم کشت Plant density	آرایش کاشت Planting pattern	تعداد خورجین در گیاه No. silique.p^{-1}	تعداد خورجین در متر مربع No. silique.m^{-2}	تعداد خورجین در هر شاخه No. silique. branch^{-1}	تعداد شاخه فرعی در گیاه No. branch. p^{-1}	تعداد دانه در خورجین No. grain. Silique^{-1}	وزن هزار دانه 1000 grain weight (gr)	عملکرد دانه Grain yield (kg.h^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	درصد روغن Oil percent (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg.h^{-1})
لیکورد Licord	5 cm	rectangular مستطیلی	170.20 b	8125 de	31.75 f	14.4 bcd	16.75 d	3.83 abc	3209.25 d	38.97 a	45.85 ab	1471.42 cd
		zigzag زیکزاک	170 b	7650 f	31.32 f	9.77 efgh	21.20 a	3.81 abc	3111.00 efg	35.70 bcd	45.92 ab	1428.55 de
	12.5 cm	rectangular مستطیلی	240 b	2325 i	28.85 h	6.75 hijk	20.50 b	3.48 def	3332.00 c	34.o7 de	46.62 ab	1553.52 ab
		zigzag زیکزاک	204.50 b	3050 k	31.32 f	5.67 ijk	21.17 a	3.81 abc	3291.00 c	33.10 e	46.73 ab	1537.87 abc
	20 cm	rectangular مستطیلی	498.70 ab	4400 i	3375 d	5.20 jk	14.50 f	3.35 f	3104.00 efg	20.47 i	44.49 b	1381.22 e
		zigzag زیکزاک	334.50 ab	2213.75 i	29.85 g	4.15 k	15.10 e	3.63 bcdef	3425.00 b	23.32 gh	44.83 ab	1535.74 abc
طلایه Talayeh	5 cm	rectangular مستطیلی	280.50 b	13050 b	32.87 e	15.92 bc	7.50 j	4.05 a	3116.00 ef	45.12 g	45.02 ab	1402.93 de
		zigzag زیکزاک	339.50 ab	13900 a	40.15 a	19.20 a	10.87 h	3.84 ab	3067.00 g	28.00 f	45.62 ab	1397.46 de
	12.5 cm	rectangular مستطیلی	260.20 b	5025 h	31.67 f	11.30 def	8.77 i	3.89 ab	2834.00 i	22.07 hi	44.55 b	1262.52 f
		zigzag زیکزاک	502.70 ab	7775 ef	38.77 b	12.85 cde	6.97 k	3.64 bcde	3146.75 e	29.00 f	44.76 ab	1408.71 de
	20 cm	rectangular مستطیلی	654.70 a	6275 g	35.00 c	8.775 fghi	6.50 i	4.04 a	2688.00 j	15.07 k	45.27 ab	1216.94 f
		zigzag زیکزاک	640.50 a	6450 g	33.87 d	9.00 fghi	6 m	3.87 ab	3492.00 a	15.55 k	45.01 ab	1571.85 a
مودنا Modena	5 cm	rectangular مستطیلی	650 a	9100 c	33.05 i	12.75 cde	15.52 e	3.95 ab	3086.00 fg	36.47 bc	46.52 ab	1435.86 de
		zigzag زیکزاک	264.50 b	8450 d	25.07 j	16.77 ab	18.05 c	3.70 bcd	3295.00 c	35.35 Cd	46.70 ab	1538.90 abc
	12.5 cm	rectangular مستطیلی	325 ab	5125 h	27.32 i	10.65 efg	14.37 f	3.48 def	3236.00 d	32.90 e	45.68 ab	1478.37 abc
		zigzag زیکزاک	274.70 b	3575 j	27.45 i	9.95 efgh	15.12 e	3.54 cdef	3012.00 h	37.72 ab	46.70 ab	1406.44 de
	20 cm	rectangular مستطیلی	404.50 ab	3450 jk	28.87 h	7.77 ghij	11.00 h	3.42 def	3098.00 fg	17.52 j	47.38 a	1467.98 cd
		zigzag زیکزاک	417.70 ab	3150 k	24.12 k	6.92 hijk	12.90 g	3.35 ef	3333 c	20.05 i	46.81 ab	1560.16 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک با همدیگر در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند

Means with the same letter in each column have no significant difference at %5 probability level (according to Duncan)

سانتی‌متر و آرایش کاشت مستطیلی و کمترین آن (۱۷۰ عدد) مربوط به رقم لیکورد، فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر و آرایش کاشت زیکزاک بود.

تعداد خورجین در واحد سطح

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها اثر رقم را بر تعداد خورجین در واحد سطح معنی‌دار نشان داد (جداول۲ و ۳). رقم طلایه، مودنا و لیکورد به ترتیب دارای ٤٦٨٧، ٥٤٧٥ و ٤٦٢٨ عدد خورجین در متر مربع بودند. رائو و مندهام (Rao and Mendham, 1991) اظهار داشتند که توانایی ارقام در تولید خورجین و نگهداری آن متفاوت است. اثر تراکم بر تعداد خورجین در واحد سطح معنی‌دار بود (جداول۲ و ۳). فاصله بوته روی ردیف ۵ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب بیشترین (۱۰۰۵۰ عدد) و کمترین (٤٣٢٣ عدد) تعداد خورجین در متر مربع را دارا بودند. به نظر می‌رسد رقابت شدید در تراکم بالا سبب افزایش تعداد خورجین در واحد سطح شده است. اولسون (Ohlsson, 1972) بیان داشت که تعداد خورجین در کلزای زمستانه شدیداً تحت تأثیر تراکم است. اثر آرایش کاشت بر تعداد خورجین در متر مربع معنی‌دار بود (جداول۲ و ۳). در آرایش کاشت مستطیلی تعداد خورجین برابر ٤٤/ ٦٣١٩ و در آرایش کاشت زیکزاک ٦٢٤٥ عدد در متر مربع بود. نتایج محققین (Monthly vegetable oil industry, 2004; Morrison *et al*., 1990 a) موید این امر است زیرا کاهش رقابت سبب کارآیی بیشتر گیاه در این آرایش کاشت شده است. اثر متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر تعداد خورجین در متر مربع معنی‌دار بود (جدول ٤). بیشترین تعداد خورجین در متر مربع(۱۳۹۰۰ عدد) مربوط به رقم طلایه، فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر و آرایش زیکزاک و کمترین آن (۳۰۵۰ عدد) مربوط به رقم لیکورد، فاصله بوته روی ردیف ١٦/٥ سانتی‌متر و آرایش کاشت زیکزاک بود.

تعداد خورجین در هر شاخه

بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثر رقم بر تعداد خورجین در هر شاخه معنی‌دار بود (جداول۲ و ۳). ارقام طلایه، لیکورد و مودنا به ترتیب دارای ۳۵/۳۹، ۳۱/۱۰ و ۲۵/۹۸ خورجین در هر شاخه بودند. با توجه به این‌که بخش زایشی رقم طلایه کمترین ارتفاع را در بین ارقام مورد آزمایش داشت می‌توان نتیجه گرفت که کانوپی خورجین‌های این رقم فشرده‌تر بوده‌اند. از این لحاظ ارقامی که خورجین‌های آن‌ها توزیع یکنواخت‌تری دارند، عملکرد بیشتری خواهند داشت (Taghizadeh, 1994; Scarisbrick *et al*., 1982). اثر تراکم بر تعداد خورجین در هر شاخه معنی‌دار نبود (جداول۲ و ۳). با توجه به این‌که با کاهش تراکم ارتفاع بخش زایشی افزایش یافته بود می‌توان نتیجه گرفت که در تراکم پایین کانوپی خورجین‌ها بازتر بوده و نفوذ نور بهتر و با کارآیی بیشتر صورت می‌گیرد. در این رابطه کاهش تعداد خورجین در شاخه در اثر افزایش تراکم گزارش شده بود (Heikkinen and Auld, 1991). اثر آرایش کاشت بر تعداد خورجین در هر شاخه معنی‌دار نبود (جداول۲ و ۳). اثر متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر تعداد خورجین در هر شاخه معنی‌دار گردید (جدول ٤). بیشترین تعداد خورجین در هر شاخه (٤٠/١٥) مربوط به رقم طلایه، فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر و آرایش کاشت زیکزاک و کمترین آن (۲۳/۰۵) مربوط به رقم مودنا، فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر و آرایش کاشت مستطیلی بود.

تعداد شاخه فرعی در گیاه

اثر رقم بر تعداد شاخه فرعی در هر گیاه معنی‌دار بود (جداول۲ و ۳). به‌طوری‌که ارقام طلایه، مودنا و لیکورد به ترتیب دارای ٨٤/ ١٢، ١٠/٨ و ٧/١٧ عدد شاخه در هر گیاه بودند. این نتایج بیانگرآن است که در رقم طلایه درصد بیشتری از خورجین‌ها در مقایسه با دو رقم دیگر بر روی شاخه‌های فرعی قرار می‌گیرد، از این لحاظ تعداد خورجین‌های شاخه اصلی کمتر است و چون دانه‌هایی که بر روی شاخه‌های فرعی تشکیل می‌شوند وزن کمتری دارند (Rao and Mendham, 1991; Scarisbrick *et al*., 1982) بنابراین غیر یکنواختی اندازه دانه‌های این رقم بیشتر است. اثر تراکم بر تعداد شاخه در گیاه معنی‌دار بود (جداول۲ و ۳). فواصل بوته روی ردیف ۵، ۱۲/۵ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب دارای ١٤/٨١، ٩/٥٣ و ٦/٩٧ شاخه فرعی در گیاه بودند. افزایش رقابت در تراکم‌های بالا سبب کاهش تعداد شاخه در بوته می‌شود (Heikkinen and Taghizadeh, 1994; Auld, 1991). اثر آرایش کاشت بر تعداد شاخه فرعی در گیاه معنی‌دار نبود (جداول۲ و ۳). اثر متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر تعداد شاخه فرعی در گیاه معنی‌دار گردید (جدول ٤). در رقم طلایه، فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر و آرایش کاشت زیکزاک تعداد شاخه فرعی در گیاه ۱۹/۲ عدد و در رقم لیکورد، فاصله بوته روی

ردیف ۲۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت زیکزاک تعداد شاخه فرعی ٤/١٥ عدد بود.

تعداد دانه در خورجین

اختلاف معنی‌داری بین ارقام از لحاظ تعداد دانه در خورجین وجود داشت (جداول۲ و ۳). ارقام لیکورد، مودنا و طلایه به ترتیب دارای ۳۰/ ۱۸، ١٤/٥ و ۷/۷۷ عدد دانه در خورجین بودند. بنا به گزارش آدامس (Adams, 1967) در صورت کاهش یکی از اجزای عملکرد، اجزای دیگر درصدد جبران آن بر می آیند و از آن جهت که معمولاً وزن دانه کمتر دستخوش تغییر می‌گردد، لذا بیشترین تغییرات در تعداد دانه در خورجین به وجود می‌آید (Morrison *et al*., 1990 a). اثر تراکم بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود(جداول۲ و ۳). فواصل بوته روی ردیف ۵، ۱۲/۵ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب دارای ۹۸/ ١٤، ١٤/٤٩ و ۰۰/ ۱۱ دانه در خورجین بود. بر اساس گزارش رائو و مندهام (Rao and Mendham, 1991) تعداد دانه در خورجین در تراکم‌های بالا کاهش یافت که در برخی ارقام کاهش در همه شاخه‌ها و در برخی دیگر فقط در شاخه‌های فرعی دیده شد. اثر آرایش کاشت بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود (جداول۲ و ۳). آرایش کاشت زیکزاک دارای ١٤/١٦ و آرایش مستطیلی ١٤/١٦ دانه در خورجین بودند. به نظر می رسد که نفوذ نور و کارآیی بیشتر نور در آرایش زیکزاک سبب رشد و توسعه دانه‌های بیشتری در خورجین شده است اما ایکیدا (Ikeda, 1992) در گیاه سویا افزایش تعداد دانه در گیاه و کاهش تعداد دانه در خورجین را در آرایش زیکزاک گزارش کرده است. اثر متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود (جدول ٤). تعداد دانه در خورجین در رقم لیکورد، فاصله بوته روی ردیف ١٦/٥ سانتی‌متر و آرایش کاشت زیکزاک ۱۲/۱۷ عدد به دست آمد.

وزن هزار دانه

اثر رقم بر وزن هزار دانه معنی‌دار گردید (جداول۲ و ۳). ارقام طلایه، لیکورد و مودنا به ترتیب دارای وزن هزار دانه ۳/۸۹، ۳/٦٥ و ۳/٥٦ گرم بودند. وزن هزار دانه شدیداً تحت تأثیر عوامل ژنتیکی است و عوامل محیطی کمترین تأثیر را بر آن دارند (Rao and endham, Morrison *et al*., 1990 a; 1991). اثر تراکم بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جداول۲ و ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن هزار دانه در فواصل بوته روی ردیف ۵، ۱۲/۵ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب ۸۵۵/ ۳، ۳/٦٤٤ و ۳/٦۰۹ گرم بود. افزایش تراکم در دو رقم مودنا و لیکورد سبب کاهش وزن هزار دانه شد، ولی بر رقم طلایه بی‌تأثیر بود. بنا به گزارش دگن هارد و کندرا (Degenhardt and Kondra, 1981b) افزایش تراکم در برخی از ارقام سبب افزایش و در برخی دیگر سبب کاهش وزن هزار دانه شد و بر تعدادی نیز بی‌تأثیر بود. بنابراین پاسخ ژنوتیپ‌های مختلف به شرایط محیطی می‌تواند کاملاً متفاوت باشد. اثر آرایش کاشت بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جداول۲ و ۳). وزن هزار دانه در آرایش کاشت مستطیلی ۳/۷۲٤ گرم و در زیکزاک ۳/٦۹۱ گرم بود. ایکیدا (Ikeda, 1992) وزن هزار دانه را در آرایش زیکزاک به‌طور غیر معنی‌داری بیشتر از مستطیلی گزارش کرد و برخی محققین (Sharma, 1992; Hicks *et al*., 1969) نیز افزایش وزن هزار دانه را در اثر افزایش فاصله ردیف تاکید کرده‌اند. اثر متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ٤). بیشترین وزن هزار دانه مربوط به اثرات متقابل رقم طلایه، فاصله بوته روی ردیف ۵ سانتی‌متر و آرایش کاشت مستطیلی و کمترین آن مربوط به رقم لیکورد، فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت مستطیلی بود.

عملکرد دانه

رقم اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جداول۲ و ۳). متوسط عملکرد در ارقام لیکورد، مودنا و طلایه به ترتیب ۳۲٤٥، ۳۱۷٥ و ۳۰٥۷ کیلوگرم در هکتار بود. عملکرد دانه نتیجه فعالیت یک جامعه گیاهی در طول فصل رشد و نحوه استفاده از تشعشع و سایر منابع محیطی است (Clarke and Simpson, 1978 a). اثر تراکم بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جداول۲ و ۳). فواصل بوته روی ردیف ۵، ۱۲/۵ و ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب دارای عملکرد ۳۱٤۷، ۳۱٤۲ و ۳۱۹۷ کیلوگرم در هکتار بودند. تراکم‌های بالا در ابتدای فصل رشد سطح برگ بیشتری تولید می‌کنند، ولی تراکم‌های پایین اگر چه دیرتر به حداکثر سطح برگ می‌رسند، اما در بهترین زمان گل‌دهی می‌باشد (Rao and Mendham, 1991). اثر آرایش کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جداول۲ و ۳). عملکرد دانه در آرایش کاشت زیکزاک ۳۲٤۱ و در آرایش مستطیلی ۳۰۷۸ کیلوگرم در هکتار بود. ایکیدا (Ikeda, 1992) در آزمایشی روی سویا نتیجه گرفت که هر چه فاصله روی ردیف

بیشتر و فاصله بین ردیف کمتر شود، تعداد شاخه در بوته و تعداد خورجین در بوته افزایش می‌یابد و در نتیجه بالاترین عملکرد به‌دست خواهد آمد. اثرات متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جدول ٤). بیشترین عملکرد دانه (٣٤٩٢ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم طلایه، فاصله بوته روی ردیف ٢٠ سانتی‌متر و آرایش کاشت زیکزاک و کمترین آن (٢٦٨٨ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم طلایه، فاصله بوته روی ردیف ٢٠ سانتی‌متر و آرایش کاشت مستطیلی بود.

شاخص برداشت گیاه

نوع رقم اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت گیاه داشت (جداول٢ و ٣)، به‌طوری‌که بیشترین شاخص برداشت مربوط به رقم لیکورد (٣٠/٩٤ درصد) و کمترین آن (٣٠ درصد) مربوط به رقم مودنا بود. بیور و همکاران (Bauer *et al*., 1984) بیان داشتند که ارقام پاکوتاه دارای شاخص برداشت بالاتری هستند که نتیجه کمتر بودن وزن خشک ساقه اصلی و تولید بذر بیشتر روی شاخه‌های فرعی است. شاخص برداشت گیاه تحت تأثیر تراکم قرار گرفت (جداول٢ و ٣). با افزایش فاصله بوته روی ردیف از ٥ به ٢٠ سانتی‌متر شاخص برداشت کاهش یافت. ویر و شیلبز (Weber *et al*., 1966) هم به نتایج مشابهی دست یافته بودند. در فواصل بوته روی ردیف کم به علت در هم پیچیدن شاخه‌ها، گیاه دیرتر خشک می‌شود، اما در فاصله بوته روی و ردیف زیاد گیاه زودتر خشک شده و چون دانه فرصت بیشتری برای انتقال مواد به دانه دارد، لذا نسبت دانه به ماده خشک کل (شاخص برداشت) افزایش می‌یابد (Morrison *et al*., 1990 a; Scarisbrick *et al*., 1982). اثر آرایش کاشت بر شاخص برداشت گیاه معنی‌دار بود (جداول٢ و ٣). به‌طوری‌که آرایش کاشت زیکزاک (٢٨/٦٤ درصد) نسبت به آرایش کاشت مستطیلی (٢٦/٦٤ درصد) شاخص برداشت بیشتری داشت. محققین دیگری هم این نتیجه را تأیید کرده‌اند (Heikkinen and Auld, 1991; Ganjali, 1993). اثر متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر شاخص برداشت گیاه معنی‌دار بود (جدول٤). بیشترین شاخص برداشت گیاه (٢٨/٩٧ درصد) مربوط به اثرات متقابل رقم لیکورد، فاصله بوته روی ردیف ٥ سانتی‌متر و آرایش کاشت مستطیلی و کمترین مقدار آن (١٥/٠٧ درصد) مربوط به رقم طلایه، فاصله بوته روی ردیف ٢٠ سانتی‌متر و آرایش کاشت مستطیلی بود.

درصد روغن دانه

نتایج مقایسه میانگین‌ها اثر رقم را بر درصد روغن معنی‌دار نشان داد (جداول٢ و ٣). رقم مودنا بیشترین (٤٦/٦٣٧ درصد) و رقم طلایه کمترین (٤٥/٠٤ درصد) درصد روغن را داشتند. آزمایشات دیگری نیز اثر رقم را بر درصد روغن مؤثر نشان داده است (Tyagi and Rana, 1992; Rao and Mendham, 1991). اثر تراکم بر درصد روغن دانه معنی‌دار نبود (جداول٢ و ٣). به‌طوری‌که با افزایش فاصله بوته روی ردیف، درصد روغن از ٤٥/٩٤ به ٤٥/٦٤ کاهش پیدا کرد. کندرا (Kondra, 1975; Kondra, 1977) گزارش داد که اثر تراکم بر درصد روغن معنی‌دار نیست. اثر آرایش کاشت بر درصد روغن دانه معنی‌دار نگردید (جداول٢ و ٣) . ماریسون و همکاران (Morrison *et al*., 1990 b) گزارش کردند که اثر آرایش کاشت بر درصد روغن معنی‌دار نیست. گزارشات محققین دیگر (Sharma, 1992; Kondra, 1975; Hicks *et al*., 1969) نیز حاکی از این امر است. به نظر می رسد عواملی مانند تراکم بالا، آرایش کاشت مستطیلی و فاصله ردیف زیاد که سبب افزایش رقابت در بین گیاهان مجاور می‌شوند، درصد روغن را کاهش خواهند داد. اثر متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر درصد روغن معنی‌دار بود (جدول ٤). بیشترین درصد روغن(٤٧/٣٨ درصد) حاصل اثرات متقابل رقم مودنا، فاصله بوته روی ردیف ٢٠ سانتی‌متر و آرایش کاشت مستطیلی و کمترین آن (٤٤/٤٩ درصد) مربوط به رقم لیکورد فاصله بوته روی ردیف ٢٠ سانتی‌متر و آرایش کاشت مستطیل بود.

عملکرد روغن

عملکرد روغن در کلزا عبارت است از حاصل ضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه (Hatami, 2006). اثر رقم بر عملکرد روغن معنی‌دار بود (جداول٢ و ٣). به‌طوری‌که رقم لیکورد بیشترین (١٣٨٥ کیلو گرم در هکتار) و رقم طلایه کمترین (١٣٧٧ کیلوگرم در هکتار) مقدار روغن را دارا بودند و رقم مودنا حد فاصل آن‌ها بود. اثر تراکم کاشت بر عملکرد روغن معنی‌دار نگردید (جداول٢ و ٣). با این وجود فاصله بوته روی ردیف ٢٠ سانتی‌متر بیشترین مقدار روغن (١٤٥٦ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود. اثر آرایش کاشت بر عملکرد روغن معنی‌دار بود (جداول٢ و ٣). آرایش کاشت زیکزاک با تولید ١٤٨٧ کیلوگرم روغن در هکتار نسبت به آرایش کاشت مستطیلی (١٤٠٧ کیلوگرم در هکتار) حایز رتبه برتر بود. اثر

متقابل رقم، تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد روغن معنی‌دار بود (جدول ٤). رقم طلایه، فاصله بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و آرایش کاشت زیکزاک با تولید بیشترین مقدار روغن (۸۵/ ۵۷۱ کیلوگرم در هکتار) حایز رتبه اول بود.

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش مشخص گردید که مرحله شروع گل‌دهی در کلزای پاییزه در شرایط منطقه، به‌طور متوسط پس از دریافت حدود ۱۳۰۰ درجه روز ـ رشد (GDD) در اواخر اردیبهشت ماه اتفاق می‌افتد و پر شدن دانه پس از دریافت حدود ۱۷۰۰ درجه روز ـ رشد و حدود ۲۵۰ روز پس از کاشت بوده و نهایتا برای رسیدگی کامل محصول به حدود ۲۲۵۰ GDD نیاز است. هم‌چنین می‌توان نتیجه گرفت که مناسب‌ترین رقم در شرایط منطقه رقم مودنا است، زیرا شاخص برداشت (۳۰ درصد) و درصد روغن (٤٦/٦٣ درصد) آن بیشتر بوده و عملکرد روغن آن نیز از رقم طلایه (۱۳۷۷ کیلو گرم در هکتار) بیشتر و با رقم لیکورد تقریباً (۱٤۸۵ کیلو گرم در هکتار) مساوی و دوره رشد آن کوتاهتر (۲٦۷ روز) بوده و از نظر اقتصادی به صرفه‌تر است. آرایش کاشت زیکزاک نیز از نظر شاخص برداشت و عملکرد برای منطقه مناسب‌تر است چون با ایجاد فضای مناسب جهت ورود نور و انجام فعالیت‌های فتوسنتزی، میزان تولید مواد فتوسنتزی نیز افزایش‌یافته و همین عامل باعث افزایش عملکرد دانه و نهایتا عملکرد روغن می‌گردد.

منابع

References

Adams MW (1967) Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean (*P. Vulgaris*). Crop Science 7: 505 – 510.

Afshari Azad H (2001) Canola important diseases. Agricultural Education Publishing, Jihad-e-Agriculture Ministry of Iran. [In Persian with English Abstract].

Ahmad Zadeh M (2007) Genetic diversity in the various layers of rapeseed using morphological traits. M.Sc. Thesis, University of Guilan, Faculty of Agricultural Sciences. [In Persian with English Abstract].

Alizadeh A, Mousavi F, Kamali G, Mousavi baigi M (1995) Weather and climatology. Ferdowsi University of Mashhad 384 pp. [In Persian with English Abstract].

Anonymous (2004) Rapeseed production instructions. Iranian Research Institute of Reform and Preparation of Seedlings and Seeds. Research Department Oil of seeds. [In Persian with English Abstract].

Anonymous (2007) Statistics. Weather Synoptic Stations. Khorrmdreh, Iran. [In Persian with English Abstract].

Azizi M (1993) Nitrogen fertilizer effects on growth parameters, yield and yield components of soybean. M.Sc. Thesis. Isfahan university of Technology. Faculty of Agriculture. [In Persian with English Abstract].

Bauer A, Frank AB, Black AL (1984) Estamation of spring leaf growth rates and anthesis from air temperature. Agronomy Journal 76: 829- 835.

Clarke JM, Simpson GM (1978) Growth analysis of *Brassica napus* cv. Tower. Canadian Journal of Plant Science 58: 587- 595.

Degenhardt DF, Kondra ZP (1981) The influence of seeding date and seeding rate on seed yield and growth characters of five genotypes of *B. napus*. Canadian Journal of plant Science 61:185 – 190.

Ganjali A (1993) Effect of planting pattern on growth parameters, yield and yield components of soybeans. M.Sc. Thesis. Tarbiat modarres University. Faculty of agriculture.

Hatami A (2006) Effects of planting date on grain yield and quality of sunflower cultivars and growth curves in Karaj, Iran. [In Persian with English Abstract].

Heikkinen MK, Auld DL (1991) Harvest index and seed yield of winter rapeseed grown at different plant populations. Proceeding of GCIRC Congress. 1229- 1235.

Hicks DR, Pendleton JW, Bernard RL, Johnston TJ (1969) Response of soybean plant types to planting patterns. Agronomy Journal 61: 290 – 293.

Ikeda T (1992) Soybean planting patterns in relation to yield and yield components. Agronomy Journal 84: 923- 926.

Kondra ZP (1975) Effects of row spacing and seeding rate on rapeseed. Canadian Journal of plant Science 55:339- 341.

Kondra ZP (1977) Effects of planted seed size and seeding rate on rapeseed. Canadian Journal of plant Science 57: 277- 280.

Morrison MJ, Mcvetty PBE, Scarth R (1990a) Effect of row spacing and seeding rates on summer rape in southern Manitoba. Canadian Journal of plant Science 70: 127 – 137.

Morrison MJ, Mcvetty PBE, Scarth R (1990b) Effect of altering plant density on growth characteristics of summer rape. Canadian Journal of plant Science 70: 139- 149.

Morrison MJ, Mc Vetty PBE, Shaykewich CF (1989) The determination and verification of a baseline temperature for the growth of westar summer rape. Canadian Journal of plant Science 69: 455- 464.

Ohlsson I (1972) Spring rape and spring turnip rape seed sowing at close row spacing. Svensk Frotidning.41: 25-27.

Rao MSS, Mendham NJ (1991) Comparison of chinoli (*B. Campestris* subsp. *olefera* * subsp. *chinensis*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. Journal of Agricultural Science Camb. 177: 177 – 187.

Rudy D, Syamak R, Javid Far F (2003) Canola agronomy. Iranian Research Institute of Reform and Providing Seeds and Seedlings, the Office of Planning Promotional Media. [In Persian with English Abstract].

Scarisbrick DHR, Dailes W, Noor Rawi AB (1982) The effect of varying seed rate on the yield and yield components of oli- seed rape (*B. napus*). Journal of Agricultural Science Camb. 99: 561- 568.

Sharma ML (1992) Response of mustard (*B. juncea*) varieties to row spacings. Indain Journal of Agronomy 37 (3): 593- 594.

Sylvester- Bradley R, Makepeace RJ (1984) A code for stages of development in oilseed rape (*B. napus*). Aspects of Applied Biology 6: 399- 420.

Taghizadeh MS (1994) Effects of different seed and plant densities in the mixed culture on performance, quality components and performance characteristics of soybean cultivars. M.Sc. thesis, Ferdowsi University of Mashhad, Faculty of Agriculture. [In Persian with English Abstract].

Touliat Abolhassani M (1994) Effects of different density and planting patterns on yield and growth indices of canola cultivars, M.Sc. Thesis, Tarbiat modarres University, Faculty of Agriculture. [In Persian with English Abstract].

Tyagi MK, Rana NS (1992) Response of mustard (*B. Juncea*) cultivars to phosphorus. Indain Journal of Agronomy 37 (4): 841- 842.

Weber GR, Shibles RM, Byth DE (1966) Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. Agronomy Journal 58: 99- 102.