

## تأثیر میزان بذر بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های زراعی کلزا در کشت بهاره تحت شرایط دیم

مسعود اسکندری تربقان<sup>۱\*</sup>، مهرنوش اسکندری تربقان<sup>۱</sup>

۱. اعضای هیئت علمی و محققین سازمان تحقیقات کشاورزی (مریی)، دانشجویان مقطع دکترا

تاریخ دریافت: ۸۸/۰۲/۰۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۴/۲۹

### چکیده

کلزا یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که نقش عمده‌ای در تأمین روغن خوراکی دارد. به‌منظور تعیین بهترین رقم و میزان بذر در کلزا و خردل برای شرایط دیم سردسیر، این آزمایش با دو فاکتور به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار به مدت دو سال ۸۵-۱۳۸۳ شامل دو رقم و میزان بذر در پنج سطح ۲، ۳/۵، ۵، ۶/۵ و ۸ کیلوگرم در هکتار برابر با تراکم ۵۰، ۸۷، ۱۲۵، ۱۶۲ و ۲۰۰ بوته در مترمربع در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم شیروان اجرا شد. ویژگی‌های درصد سبز شدن و استقرار بوته‌ها، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه ثبت گردید. اثر رقم بر کلیه ویژگی‌ها در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. اثر تراکم بوته بر ویژگی‌های تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا گلدهی و درصد سبز شدن و استقرار بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. رقم Bard-1 با عملکرد دانه ۸۱۴ کیلوگرم در هکتار از هیبرید Hyola-401 با ۷۳۶ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه بیشتری تولید کرد. بیشترین عملکرد دانه که برابر با ۸۲۱ کیلوگرم در هکتار بود، از میزان ۶/۵ کیلوگرم بذر در هکتار به دست آمد. بر طبق نتایج این آزمایش، مصرف ۶/۵ کیلوگرم بذر در هکتار جهت کاشت بهاره هیبرید Hyola-401 و خردل روغنی Bard-1 در شرایط دیم سردسیری مناسب به نظر می‌رسد. همچنین استفاده از ارقام دو صفر و زودرس خردل روغنی بر استفاده از ارقام کلزا در شرایط دیم مناطق سردسیر کشور ارجحیت دارد.

واژه‌های کلیدی: تراکم بوته، دیم‌کاری، گیاهان دانه روغنی، مناطق دیم سردسیر.

### مقدمه

تراکم بوته منجر به کاهش تعداد شاخه فرعی در بوته شده، بنابراین تعداد غلاف کمتری در بوته تولید می‌شود. همچنین تراکم‌های مختلف بوته در ارقام جدید کلزا می‌تواند تغییرات متفاوتی را در ساختمان، اندازه، میزان مقاومت به سرما و عملکرد دانه ایجاد نماید. ارقام کلزا به تعداد متفاوت بوته (۲۴۰-۸۰ بوته در مترمربع) واکنش متفاوتی نشان می‌دهند به‌طوری‌که این موضوع سبب ایجاد اختلاف ارتفاع، قطر ساقه، تعداد شاخه در بوته و تعداد غلاف در شاخه ارقام می‌شود. طبق گزارش‌های موجود، افزایش تراکم بوته با کاهش تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه در هر بوته، باعث کاهش عملکرد دانه در تک بوته می‌شود، اما افزایش مطلوب تراکم

مصرف روغن در ایران طی سال‌های اخیر به دلیل رشد جمعیت و مصرف سرانه، افزایش یافته است. در حال حاضر کمتر از ۱۰ درصد روغن مصرفی در داخل کشور تولید می‌شود و این در حالی است که کشور از امکانات بالقوه برای رسیدن به تولید مطلوب محصولات روغنی برخوردار است. کلزا بعد از سویا و نخل روغنی مقام سوم را در تأمین روغن خوراکی دارد (Alizadeh et al., 2003). با انتخاب درست عوامل زراعی مانند تناوب، تاریخ کاشت، تراکم بوته و غیره می‌توان عملکرد کمی و کیفی گیاه را افزایش داد. انتخاب تراکم بوته مطلوب در کلزای بهاره با توجه به شرایط اقلیمی و ویژگی‌های خاک منطقه، سبب استقرار بهتر و حصول عملکرد دانه بالاتر می‌شود (Bilgili et al., 2003). افزایش

\* نگارنده پاسخگو: مسعود اسکندری تربقان. آدرس: ایستگاه تحقیقات کشاورزی کاشمر (خراسان رضوی) و مرکز آموزش کشاورزی مشهد.

میزان عملکرد دانه (۲۸۷۹ کیلوگرم در هکتار) را تولید نمود (Faraji, 2004). در تحقیق دیگری مشاهده شد که افزایش میزان بذر اگرچه باعث افزایش تعداد بوته در مترمربع گردید، ولی به دلیل افزایش خوابیدگی بوته‌ها و کاهش تعداد غلاف در بوته تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت (Faraji, 2006).

دانووان (Donovan, 1994) با بررسی اثر تراکم گیاهی و فاصله ردیف شلغم روغنی رقم Tobin در کنترل علف‌هرز گندم‌سیاه نتیجه گرفت که تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع می‌تواند به‌طور معنی‌داری سبب کاهش خسارت علف‌های هرز بر محصول و همچنین کاهش تولید دانه و وزن خشک علف‌هرز شود. در مطالعه‌ای (Shrief et al., 1990) اثر فاصله ردیف بر عملکرد دانه و خواص کیفی کلزا فقط در سالی که شرایط آب و هوایی نامساعد بود، معنی‌دار شد و بیشترین مقدار روغن از بالاترین تراکم گیاهی به دست آمد. محققین (Angadi et al., 2003) با بررسی اثر تراکم گیاهی بر کلزا در نواحی نیمه‌خشک نتیجه گرفتند که شرایط محیطی اثر زیادی در دامنه تأثیرپذیری کلزا به تراکم گیاهی دارد. در سال ۲۰۰۰ با بارندگی نرمال در طول دوره رشد، عملکرد دانه در دامنه وسیعی از ۲۰ تا ۸۰ بوته در مترمربع تقریباً مشابه بود، درحالی‌که در سال ۲۰۰۱ با میزان بارندگی کمتر از حد نرمال، با کاهش تراکم بوته به کمتر از ۴۰ بوته در مترمربع عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ولی بین مقادیر ۴۰ تا ۸۰ بوته در مترمربع و در حالتی که بوته‌ها به‌خوبی توزیع شده بودند، اختلاف آماری معنی‌داری در عملکرد دانه مشاهده نگردید. پاتر و همکاران (Potter et al., 2002) با بررسی اثر فاصله ردیف و میزان بذر بر ارقام کلزا مشاهده کردند که فاصله ردیف تنها در منطقه کم باران معنی‌دار بود و فاصله ردیف ۱۵ سانتیمتر توانست برتری معنی‌داری نسبت به فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر داشته باشد. آن‌ها دلیل این امر را کاهش زمان کاشت تا گلدهی برای ارقام زودرس در مناطق کم باران دانستند، چون باعث کاهش اثرات جبرانی گیاه در ردیف‌های پهن‌تر می‌شود. در کشت دیم کلزا، میزان بهینه بذر ۶ تا ۸ کیلوگرم در هکتار و بهترین فاصله روی ردیف ۳۶ سانتیمتر (جهت سهولت عملیات داشت) توصیه شد (Ranjbar, 2006).

با توجه به ویژگی‌های زراعی کلزا مانند محدود بودن نیاز آبی، کمک به توسعه پرورش زنبورعسل، افزایش عملکرد

منجر به جبران کاهش شاخه‌های فرعی و اجزای عملکرد در گیاه از طریق افزایش تعداد بوته خواهد شد (Fathi et al., 2003). حصول عملکرد دانه بیشتر در تراکم بوته بالاتر، توسط دیگر محققین نیز گزارش شده است (Eilkae and Emam, 2003).

تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که با افزایش تراکم بوته (بیش از تراکم مطلوب) وزن خشک دانه در تک بوته روندی کاهشی دارد زیرا افزایش تراکم باعث بسته شدن کانوپی می‌شود، رقابت بین بوته‌های زیاد شده، جذب مواد غذایی قابل‌استفاده و همچنین توانایی گیاه جهت استفاده از شرایط محیطی از جمله نور برای انجام فتوسنتز کاهش می‌یابد. در نتیجه گیاه، همزمان با چند نوع تنش اعم از تنش رطوبتی، تشعشع، عناصر غذایی و ... مواجه می‌شود و برای کاهش اثرات آن و ایجاد موازنه در فتوسنتز، تنفس و ذخیره مواد، بر سرعت پر شدن دانه می‌افزاید که این خود باعث کاهش تعداد دانه در غلاف، کوتاه شدن مدت‌زمان پر شدن دانه‌ها و در نتیجه کاهش وزن هزار دانه می‌گردد (Zang and Sedum, 1995). محققین اعلام نموده‌اند که ارقام مختلف کلزا در تراکم‌های پایین‌تر عملکرد کمتری داشتند ولی در تراکم‌های بالا علاوه بر عملکرد بیشتر در کاهش علف‌های هرز نیز مؤثر بودند (Bilgili et al., 2003, Lythgoe et al., 2001). نتایج تحقیقی در کانادا حاکی از این است که *Brassica rapa* و *B. napus* در ردیف‌های باریک‌تر (۷/۵ سانتیمتر) در مقایسه با ردیف‌های عریض‌تر (۱۵ و ۲۵ سانتیمتر) عملکرد بیشتری داشتند و میزان بذر ۷-۱۴ کیلوگرم در هکتار اثر معنی‌داری بر عملکرد نداشته است (Christensen and Drabble, 1984). یزدی‌فر و همکاران (Yazdifar et al., 2006) با بررسی سه فاصله خطوط کشت ۱۲، ۱۸ و ۲۴ سانتیمتر و دو سطح میزان بذر ۴ و ۶ کیلوگرم در هکتار روی سه رقم RGS003, Hyola-60 و Hyola-401 مشاهده کردند که با افزایش فاصله خطوط از عملکرد دانه کاسته شد به‌طوری‌که در تیمار ۱۲ سانتیمتر بیشترین عملکرد دانه تولید شده بود. در مطالعه‌ای دیگر با بررسی سه میزان بذر ۶، ۸ و ۱۰ کیلوگرم در هکتار و سه فاصله ردیف ۱۲، ۲۴ و ۳۶ سانتیمتر روی رقم کوانتوم کلزا در گنبد، نتیجه گرفته شد که با کاهش فاصله ردیف تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه افزایش یافت. فاصله ردیف ۱۲ سانتی‌متر با ۴۶۲۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و فاصله ردیف ۳۶ سانتی‌متر کمترین

هکتار بود. این پنج سطح میزان بذر برابر با تراکم ۵۰، ۸۷، ۱۲۵، ۱۶۲ و ۲۰۰ بوته در مترمربع بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم و دیسک در اوایل پاییز انجام و متعاقب آن با استفاده از عمیق کار دیم، ردیف‌های آزمایش ایجاد شد. مقدار کود مصرفی ۷۵ کیلوگرم فسفات آمونیوم، ۵۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار بود که بر اساس آزمون خاک تعیین شده و به‌جز اوره که در زمان کاشت به زمین داده شد، بقیه کودها در پاییز هم‌زمان با آماده‌سازی زمین مصرف شدند. این مقادیر با مقدار حداقل کود مصرفی در مزارع آبی مطابقت داشته و توسط عمیق کار در زیر محل بذر قرار گرفت. با توجه به نتایج سال‌های قبل که هر چه کشت زودتر انجام شود، عملکرد دانه افزایش می‌یابد، به‌محض رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی در ۱۲ اسفندماه کشت با دست در عمق ۲ سانتیمتری انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۶ ردیف ۶ متری با فواصل ردیف ۲۵ سانتیمتر بود.

گندم بعد از کلزا، کنترل علف‌های هرز و کاهش عوامل بیماری‌زا در محصول بعدازآن و همچنین لزوم تعیین رقم مناسب و بهترین میزان بذر برای کشت بهاره کلزا در شرایط دیم سردسیر، این مطالعه روی دو رقم کلزا و خردل روغنی انجام شد.

#### مواد و روش‌ها

در دو سال زراعی ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ یک رقم کلزای هیبرید به نام Hyola-401 و یک رقم خردل روغنی با نام Bard-1 در آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم شیروان در خاکی با بافت لوم رسی کشت گردیدند. رقم Bard-1 یک گونه خردل روغنی (خردل هندی) است که نسبت به ارقام کلزا زودتر وارد مرحله گلدهی شده و زودرس است (Alizadehet al., 2003). دو فاکتور آزمایش شامل دو رقم کلزا و خردل روغنی (Bard-1, Hyola-401) و میزان بذر در پنج سطح ۲، ۳/۵، ۵، ۶/۵ و ۸ کیلوگرم در

جدول ۱. آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم شیروان در ماه‌های رشد گیاه کلزا

Table 1: Climatological statistics of dryland agricultural research station of Shirvan in growth months of rapeseed

سال	ماه	بارندگی	متوسط		متوسط		متوسط دما	تعداد روز زیر صفر	رطوبت نسبی (%)	تبخیر (میلی‌متر)	
			حداقل دمای مطلق	حداقل دمای مطلق	حداکثر دمای مطلق	حداکثر دمای مطلق					
Year	Month	Precipitation	Absolute Minimum Temp	Mean absolute Minimum Temp	Absolute Max. Temp.	Mean absolute Maximum Temp	Mean Temp	No. of days below zero	Relative humidity (%)	Evaporation (mm)	
۱۳۸۳	Feb.	بهمن	29.1	-11.4	-4.7	10.2	3.3	-0.6	27	84.2	0
2005	March	اسفند	52	-7.8	1.3	21.6	13.8	7.5	8	68.2	15.5
۱۳۸۴	April	فروردین	20	-11	2	28.6	16.4	9.2	8	60.2	51.3
2005	May	اردیبهشت	29	5.2	9.3	28	24.3	16.8	0	55.3	98.1
	June	خرداد	6.2	7.2	11.9	36.4	28.5	20.2	0	52.2	153.1
	July	تیر	0	13	15.8	39	33.6	24.7	0	50	217.7
۱۳۸۴	Feb.	بهمن	21	-11	-2	18.6	9.9	3.8	19	71.2	26.6
2006	March	اسفند	23.6	-5	0.5	26.8	14.2	7.3	12	59.8	41.5
۱۳۸۵	April	فروردین	63.4	-0.2	4.5	27	19	11.7	1	55.8	73.1
2006	May	اردیبهشت	1.4	5	10.5	34.2	26.9	18.7	0	50.6	126.4
	June	خرداد	10.8	9	12.7	37.4	30.2	21.4	0	35.1	177.4
	July	تیر	6	13	17.6	39.2	33.7	25.6	0	39.5	182.7

برخورد با حالت نامساعد کمبود منابع غذایی را دارند. درواقع یک مکانیسم فیزیولوژیک در گیاهان زراعی سبب می‌شود که گیاهان حفظ بقا و ادامه نسل خود را بر ادامه رشد و تولید بیشتر ترجیح دهند. در تحقیق کیهانیان (Keyhanian et al., 2014) نیز میزان بذر بر صفات تعداد روز تا شروع و پایان گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی تأثیر معنی‌داری داشت.

رقم Bard-1 زودتر وارد مرحله گلدهی شد و پس از ۵ روز هیبرید Hyola-401 وارد این مرحله نمودی گردید (جدول ۳). رقم Bard-1 یک گونه خردل هندی (خردل روغنی) و زودرس بوده و ۱۰۰ روز پس از کاشت قابل برداشت بود، درحالی‌که رقم Hyola-401 نسبتاً دیررس‌تر بوده و پس از ۱۰۸ روز آماده برداشت شد (جدول ۳). در شرایط دیم سردسیری در بیشتر سال‌ها، بارش‌ها از نیمه دوم اردیبهشت‌ماه قطع می‌شود و در نتیجه کلزا در مرحله گلدهی و پر شدن دانه با تنش خشکی مواجه می‌شود، به همین دلیل هر چه دوره رشد زایشی گیاهان دیم زودتر آغاز گردد عملکرد بیشتر خواهد شد. رشد اولیه سریع، گلدهی زود هنگام پس از مرحله روزهت، ساقه‌های کوتاه و ضخیم، مقاومت به ریزش در زمان برداشت، تعداد غلاف ۵۰۰۰ تا ۸۰۰۰ عدد در مترمربع، طویل و عمودی بودن غلاف‌ها و افزایش تعداد غلاف در ساقه اصلی، از خصوصیات مطلوب کلزا جهت تولید محصول بیشتر ذکر شده است (Thurling, 1991).

#### درصد سبز شدن و استقرار بوته

با افزایش تراکم بوته، درصد سبز شدن و استقرار بوته در هر دو رقم افزایش یافت (جدول ۳)، به طوری‌که با افزایش میزان بذر از ۲ به ۸ کیلوگرم در هکتار، درصد سبز شدن و استقرار گیاه از ۲۷ درصد به ۵۱ درصد رسید و بین درصد سبز شدن و استقرار بوته مقادیر مختلف بذر از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین درصد سبز شدن و استقرار بوته (۷۶ درصد) با مصرف ۶/۵ کیلوگرم بذر در هکتار به دست آمد. رقم Bard-1 دارای درصد سبز شدن بیشتر در مقایسه با Hyola-401 بود (جدول ۳)، این نتیجه نشان داد که خردل روغنی Bard-1 از برتری در قدرت جوانه‌زنی و سبز شدن و استقرار اولیه برخوردار بود. معمولاً ارقام خردل روغنی از نظر این صفات از کلزا قوی‌تر

با مشاهده خسارت آفت کک چغندر در مراحل اولیه رشد بوته از سم متاسیتوکس و برای مبارزه با آفت سوسک‌های گل‌خوار کلزا از سم دیازینون به میزان دو در هزار استفاده شد که با سم‌پاش پشت تراکتوری سم‌پاشی انجام گرفت. در طول دوره رشد و پس‌از آن از ویژگی‌های درصد سبز، تعداد روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه یادداشت‌برداری به عمل آمد. اندازه‌گیری درصد روغن دانه با استفاده از روش NMR در آزمایشگاه شیمی تجزیه بخش تحقیقات دانه‌های روغنی مؤسسه اصلاح بذر کرج انجام شد. نتایج حاصله با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال آماری پنج درصد برای هر سال جداگانه و نیز تجزیه مرکب داده‌ها انجام شد.

#### نتایج و بحث

در شرایط دیم سردسیر کم باران، خشکی و سرما هر سال مشکلاتی در رشد و نمو گیاهان به وجود می‌آورند. در سال ۱۳۸۴ بارندگی در فصل گلدهی و پر کردن دانه‌های کلزا اندک بود (جدول ۱). همچنین در این سال برودت هوا در فروردین‌ماه به ۱۱- درجه سانتی‌گراد رسید که برابر با سردترین دمای ثبت‌شده در زمستان ۱۳۸۳ بود. از آنجاکه گیاهان یا هنوز سبز نشده و یا کوچک بودند این یخبندان به کلزا خسارت زیادی وارد نکرد. در سال دوم آزمایش نیز در اردیبهشت‌ماه فقط ۱/۴ میلی‌متر بارندگی شد و دمای هوا نیز پایین بود (جدول ۱). پراکنش بارندگی‌ها در هر دو سال آزمایش نامناسب بود.

#### تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی

با افزایش تراکم بوته، تعداد روز از کاشت تا گلدهی و رسیدگی، کاهش یافت که این کاهش در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد روز تا گلدهی (۵۵/۳۱ روز) از کاربرد ۲ کیلوگرم بذر در هکتار و کمترین تعداد روز تا گلدهی (۵۰/۶۹ روز) از ۸ کیلوگرم بذر در هکتار مشاهده شد. افزایش تراکم بوته سبب شده که شروع گلدهی زودتر اتفاق بیفتد که این مطلب به خاطر رقابت بین بوته‌ها بر سر منابع موجود است. با افزایش تراکم بوته و در نتیجه افزایش رقابت بوته‌ها برای آب و مواد غذایی، گیاهان تمایل به تکمیل سریع چرخه زندگی خود و عدم

می‌شود و می‌تواند تغییرات متفاوتی را در ساختمان، اندازه، میزان مقاومت به سرما و عملکرد دانه ایجاد نماید. افزایش تراکم از ۴۰ به ۸۰ بوته باعث کاهش تعداد غلاف در تک بوته شد (Angadi et al., 2003). دلیل این امر را کمبود مواد غذایی قابل دسترسی ذکر کرده‌اند که منجر به افزایش درصد سقط گل‌ها می‌شود. ولی با افزایش مطلوب تعداد بوته در واحد سطح می‌توان کمبود تعداد غلاف در بوته را جبران کرد و سبب افزایش تعداد غلاف در واحد سطح گردید. تعداد غلاف در بوته به‌طور مستقیم بر عملکرد کلزا اثر می‌گذارد (Rahman et al., 2009).

اثر رقم بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته به ترتیب برای رقم Bard-1 با میانگین ۲۳۷ عدد و رقم Hyola-401 با ۱۲۸ عدد مشاهده شد (جدول ۳). در این آزمایش نقش تعداد غلاف در بوته در تعیین محصول نهایی از دیگر اجزای عملکرد بیشتر بود. مشاهده می‌گردد که رقم Bard-1 که عملکرد دانه بیشتری از Hyola-401 تولید کرد، فقط از لحاظ این جزء عملکرد برتر است و در دو جزء دیگر عملکرد (وزن هزار دانه و تعداد دانه در غلاف) Hyola-401 برتری دارد. اظهار شده که عملکرد دانه در تک بوته‌ها به‌طور شدیدی به تعداد غلاف در بوته وابسته است (Habekotte, 1993). گزارش شده است که بین صفت تعداد غلاف در بوته و عملکرد بوته همبستگی بالایی وجود دارد. همچنین تعداد غلاف در بوته نقش مؤثری بر عملکرد دانه دارد و ۴۰٪ تنوع موجود در عملکرد دانه توسط این صفت توجیه می‌شود (Kandil et al., 1995).

#### وزن هزار دانه

در شرایط دیم، امکان برخورد گیاهان با خشکی آخر فصل رشد و یا تف باد در هنگام پر شدن دانه‌ها وجود دارد که این عوامل سبب چروکیدگی و ریز شدن بذور می‌گردند. تعداد بوته‌های سبز و مستقر شده در رقم Bard-1 بیشتر از Hyola-401 (جدول ۳) ولی وزن هزار دانه در رقم Bard-1 کمتر بود. با زیاد شدن تعداد بوته‌های مستقر شده وزن هزار دانه روندی کاهشی دارد (Zang and Sedum, 1995) زیرا افزایش بوته‌ها در واحد سطح به دلیل افزایش رقابت بین بوته‌ای، کاهش مواد غذایی قابل حصول و کاهش توانایی گیاه در استفاده از شرایط محیطی جهت انجام

بوده، به شرایط خشک سازگاری کامل داشته و به نسبت زودرس می‌باشند (Alizadeh et al., 2003).

برهمکنش میزان بذر و رقم (جدول ۳) تفاوت معنی‌داری را در سطوح متقابل تیمارها نشان داد به طوری که بیشترین درصد سبز شدن و استقرار بوته (۵۱/۲۵ درصد) در تیمارهای ارقام Bard-1 و دورگ Hyola-401 با ۶/۵ کیلوگرم بذر در هکتار مشاهده شد. کمترین درصد سبز شدن و استقرار بوته (۱۵ درصد) در تیمار هیبرید Hyola-401 و میزان بذر ۲ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. درصد سبز شدن و استقرار اولیه در گیاهان زراعی صفتی مهم است زیرا در صورت داشتن درصد سبز شدن و استقرار بوته مطلوب می‌توان به تراکم بهینه دست یافت. بیان شده است که تراکم بوته مطلوب در کلزای بهاره، باعث تولید عملکرد دانه بیشتر می‌شود (Bilgili et al., 2003).

#### تعداد غلاف در بوته

با افزایش تراکم کاشت، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت ولی این کاهش معنی‌دار نبود. در کلزا تعداد غلاف در بوته از صفات بسیار مهمی است که عملکرد دانه به شدت به آن وابسته است (Alizadeh et al., 2003). در برخی آزمایش‌ها کاهش تعداد غلاف در اثر افزایش تراکم بوته، شدید و معنی‌دار بوده است (Eilkaee and Emam, 2003). احتمالاً در شرایط دیم، تأثیر تراکم بوته بر اجزای عملکرد به علت تنش خشکی تعدیل می‌شود. در عین حال در این آزمایش، روند تغییرات این صفت در سطوح مختلف تراکم بوته در هر یک از ارقام، حالت مشابهی داشت به طوری که در هر یک از سطوح رقم با افزایش تراکم بوته تعداد غلاف کاهش یافت و بیشترین تعداد غلاف از تراکم ۵۰ بوته و کمترین تعداد غلاف از تراکم ۲۰۰ بوته در مترمربع به دست آمد. افزایش تراکم بوته در کلزا موجب کاهش نفوذ نور به داخل سایه‌انداز گیاهی شده و در نتیجه از آغازش جوانه‌های تشکیل دهنده شاخه فرعی کاسته می‌شود. کاهش تعداد شاخه فرعی دلیل اصلی کاهش تعداد غلاف در بوته است. در شرایط دیم به علت تنش خشکی، سطح سبز و استقرار گیاهچه‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه اثر تراکم بوته بر اجزای عملکرد و سایر خصوصیات مرتبط کاهش می‌یابد. محققین، تعداد غلاف بهینه در بوته را ۱۱۱/۵ عدد ذکر نمودند (Alizadeh et al., 2003; Thurling, 1991). افزایش تراکم بوته منجر به کاهش تعداد غلاف در بوته

جدول ۲. تجزیه واریانس مرکب رقم و تراکم (میزان بند) ویژگی‌های مورب‌رئسی (میانگین مربعات).

منابع تغییر	df	درجه آزادی	تعداد دانه در			تعداد روز تا			درصد سبز Stand
			عملکرد دانه Grain yield	وزن هزار دانه kernel weight	غلغاف Seed per pod	در بوته Pod per plant	ارتفاع بوته Plant height	رسیدگی Days to maturity	
سال	1	2956.7 <sup>ns</sup>	11.4 <sup>**</sup>	99.0 <sup>ns</sup>	709420.3 <sup>ns</sup>	0.4 <sup>ns</sup>	838.5 <sup>**</sup>	2431.0 <sup>**</sup>	38281.2 <sup>**</sup>
خطا	6	8003.9 <sup>ns</sup>	0.3*	25.2 <sup>ns</sup>	26757.9 <sup>ns</sup>	55.4n <sup>s</sup>	6.6*	7.7 <sup>**</sup>	766.1 <sup>**</sup>
رقم	1	123690.5 <sup>**</sup>	1.9 <sup>**</sup>	259.2 <sup>**</sup>	236150.8 <sup>**</sup>	7425.9 <sup>**</sup>	1117.5 <sup>**</sup>	446.5 <sup>**</sup>	2332.8 <sup>**</sup>
رقم × سال	1	103128.5 <sup>**</sup>	0.025 <sup>ns</sup>	320.0 <sup>**</sup>	55730.4 <sup>**</sup>	1.2 <sup>ns</sup>	7.8*	70.3 <sup>**</sup>	10305.8 <sup>**</sup>
تراکم (میزان بند) Density (seed rate)	4	12088.0 <sup>ns</sup>	0.17 <sup>ns</sup>	16.6 <sup>ns</sup>	21511.9 <sup>ns</sup>	47.6 <sup>ns</sup>	14.2 <sup>**</sup>	4.8 <sup>**</sup>	1631.0 <sup>**</sup>
سال × تراکم	4	5017.8 <sup>ns</sup>	0.05 <sup>ns</sup>	17.9 <sup>ns</sup>	22413.3 <sup>ns</sup>	16.0 <sup>ns</sup>	8.4 <sup>**</sup>	2.6n <sup>s</sup>	110.0 <sup>ns</sup>
رقم × تراکم	4	7163.9 <sup>ns</sup>	0.07 <sup>ns</sup>	8.2 <sup>ns</sup>	18632.6 <sup>ns</sup>	41.2 <sup>ns</sup>	0.32 <sup>ns</sup>	0.29 <sup>ns</sup>	526.3 <sup>**</sup>
سال × رقم × تراکم	4	2500.0 <sup>ns</sup>	0.27 <sup>ns</sup>	33.9 <sup>ns</sup>	29599.4 <sup>ns</sup>	72.8 <sup>ns</sup>	0.7 <sup>ns</sup>	2.0 <sup>ns</sup>	91.5 <sup>ns</sup>
خطا	54	9396.2	0.12	36.3	15214.4	47.2	2.6	2.7	115.2
درصد ضریب تغییرات (c.v.)		29.2	12.8	26.7	25.8	9.1	1.5	3.0	25.8
Coefficient of variation (%)									

ns, \* and \*\*: non-significant, significant at probability levels 5% and 1%, respectively

ns, \* and \*\*: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

دانه بیشتری تولید کند، رقم Bard-1 یک رقم خردل روغنی است که از کلزا زودرس‌تر می‌باشد ( Alizadeh et al., 2003). همچنین ارقام خردل روغنی با صفاتی مانند داشتن دمبرگ - که در واقع با تبدیل قسمتی از پهنک به دمبرگ از سطح تبخیر و تعرق گیاه کاسته شده است - رنگ روشن‌تر گیاه، داشتن لایه‌ی ژلاتینی دور بذر که آب را بهتر جذب و جوانه‌زنی و استقرار بوته زودتر و مناسب‌تر از ارقام کلزا انجام می‌گیرد، برای شرایط دیم مناسب‌تر می‌باشند. با اینکه دورگ Hyola-401 رقمی پرمحصول و دارای نیاز آبی کمی می‌باشد (Danesh Shahraki et al., 2008)، ولی به نظر می‌رسد که در شرایط دیم توانایی رقابت با ارقام خردل روغنی را ندارد.

عملکرد دانه کلزا در دامنه وسیعی از تراکم بوته تغییر معنی‌داری نکرد (جدول ۳). در شرایط دیم سردسیری، تنش سرما در اوایل فصل رشد که بوته‌ها کوچک و ضعیف هستند (اسفند و فروردین‌ماه) و تنش خشکی و گرما در طول و انتهای فصل رشد باعث کاهش تعداد بوته و سطح سبز می‌گردد، در حالی که در شرایط آبی این مشکل وجود ندارد و گیاه در زمان مناسب کشت و آبیاری می‌شود و قبل از شروع فصل سرما به مرحله روزت و مقاومت به سرما می‌رسد. در بسیاری از تحقیقات در شرایط فاریاب، اثر تراکم بوته بر عملکرد دانه معنی‌دار بوده است ( DaneshShahraki et al., 2008; Fathi, 2008)، اما در شرایط دیم، دماهای پایین، تنش خشکی و سله خاک باعث ایجاد بستر نامناسب برای بذر می‌شوند (Angadi et al., 2003) و در نتیجه دامنه تعداد بوته در واحد سطح کاهش یافته و گیاه کلزا که دارای اثرات جبرانی در اجزای عملکرد خود است، در دامنه‌ای از تراکم بوته قرار می‌گیرد که جمعیت‌های گیاهی می‌توانند عملکرد دانه مشابهی تولید نمایند. بیان شده است در هنگامی که توزیع بوته‌ها یکنواخت باشد تغییرات تراکم اثر کمتری بر عملکرد کلزا خواهد داشت ( Angadi et al., 2003). به‌طور کلی، کاهش نسبی عملکرد دانه کمتر از کاهش نسبی تعداد بوته بود که این مطلب در ارتباط با اثرات رقابت بین بوته‌ای و انعطاف‌پذیر بودن عملکرد در کلزا است.

بیشترین عملکرد دانه با مصرف ۶/۵ کیلوگرم بذر در هکتار به دست آمد (جدول ۳). محققین نتیجه گرفتند که میزان بذر هفت تا ۱۴ کیلوگرم در هکتار اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت ( Christensen and Drabble, 2003).

فتوسنتز سبب می‌شود که تعادل زیستی در گیاه به‌هم‌خورده و نوعی تنش برای گیاه ایجاد شود. در نتیجه گیاه برای کاهش اثرات این تنش و ایجاد موازنه مواد فتوسنتزی، تنفس و ذخیره مواد، بر سرعت پر شدن دانه می‌افزاید که این خود سبب کوتاه شدن دوره پر شدن دانه‌ها و کاهش وزن هزار دانه گیاه می‌گردد.

وزن هزار دانه در رقم Bard-1، ۲/۵۹ گرم و برای Hyola-401 برابر با ۲/۹۰ گرم بود (جدول ۳). با اینکه Hyola-401 تعداد غلاف در بوته کمتری دارد ولی در ویژگی وزن هزار دانه از Bard-1 برتر می‌باشد. از آنجاکه هر گیاهی در هر شرایط محیطی دارای سقف معینی برای عملکرد می‌باشد، به‌ناچار افزایش یا کاهش یک جزء عملکرد باعث کاهش یا افزایش اجزای دیگر خواهد شد. بیان شده است که وزن هزار دانه آخرین جزء عملکرد بوده و روند تغییرات آن به مقدار زیادی تحت تأثیر دیگر اجزای عملکرد قرار می‌گیرد (Koocheki et al., 2015). شرایط بهتر محیطی و وجود حرارت و رطوبت مناسب در اواخر فصل و طولانی شدن طول دوره پر شدن دانه سبب ایجاد دانه‌های بزرگ‌تر و افزایش وزن هزار دانه می‌شود ( Rao and Mendham, 1991).

#### تعداد دانه در غلاف

رقم Hyola-401 دارای تعداد دانه در غلاف بیشتری نسبت به رقم Bard-1 بود (جدول ۳). با توجه به عملکرد بیشتر رقم باردوان، وجود تعداد دانه بیشتر در غلاف‌های Hyola-401 تأثیر چندانی در عملکرد نهایی نداشته است. در تحقیقی روی کلزا، همبستگی بین تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه معنی‌دار نبود ولی بیان شد که اگر تعداد غلاف در بوته ثابت نگه‌داشته شود، صفت تعداد دانه در غلاف تأثیر فراوانی بر عملکرد دانه نشان می‌دهد ( Majdam and Esmaili, 2011). همچنین اغلب یک رابطه معکوس بین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف وجود دارد و این صفات با اندازه گیاه زراعی در ارتباط می‌باشند ( Thurling, 1991).

#### عملکرد دانه

اثر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). رقم خردل روغنی Bard-1 از Hyola-401 عملکرد دانه بیشتری تولید کرد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که رقم زودرس Bard-1 با داشتن سازگاری بیشتر به شرایط دیم، توانسته است عملکرد

به‌طوری‌که از بین خطوط کشت ۱۲، ۱۸ و ۲۴ سانتیمتر، بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۲ سانتیمتر تولید شده بود. در این بررسی عملکرد دانه در میزان بذر ۸ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت و سیر نزولی پیدا کرد ( Yazdifar et al., 2006). فتاحی (Fathi, 2008) گزارش کرد که در بین چهار سطح تراکم بوته شامل ۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ بوته در مترمربع، ۹۰ بوته بیشترین عملکرد را تولید نمود. همچنین افزایش عملکرد دانه با تراکم ۱۱۰ بوته در مترمربع برای رقم هایولا (۴/۲ تن در هکتار) به دست آمد. رقم اپشن ۵۰۱ با ۵۰ بوته در مترمربع با ۲/۵۵ تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را تولید کرد.

(1984). در مناطق دیگری از کشور مانند استان‌های کرمانشاه و گلستان نیز در کشت دیم کلزا، تراکم بوته ۶/۵ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد را تولید کرده است (Ranjbar, 2006). کمترین عملکرد دانه از مصرف ۳/۵ کیلوگرم بذر حاصل شد. معمولاً افزایش تراکم بوته باعث کاهش تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه به دلیل کمبود فضا و رقابت گیاهان برای جذب آب و عناصر غذایی می‌شود. ولی افزایش تراکم بوته در حد بهینه سبب جبران کاهش اجزای عملکرد در گیاه از طریق افزایش تعداد بوته می‌شود (Fathi et al., 2002; Bilgili et al., 2001; Lythgoe et al., 2003). محققین مشاهده کردند که با افزایش فاصله خطوط از عملکرد دانه کاسته شد

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات موردبررسی برای ارقام، میزان‌های بذر و اثرات متقابل طی دو سال آزمایش.

Table 3. Mean comparison of traits for cultivars, seed rates and interaction effects during two years of experiments

رقم	میانگین صفات موردبررسی								
	میزان بذر	درصد سبز	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا رسیدن	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
Cultivar	Seed rate (Kg/ha)	Stand	Days to flowering	Days to maturity	Plant height (cm)	Pod per plant	Seed per pod	1000-kernel weight (gr)	Grain yield (Kg/ha)
Bard-1		47.03 a	51.85 b	100.03 b	74.52 a	237.34 a	17.84 a	2.59 b	814.32 a
Hyola-401		36.23 b	56.58 a	107.50 a	55.25 b	128.68 b	21.44 b	2.90 a	735.68 b
	2	27.19 c	55.31 a	104.88 a	66.43 a	242.00 a	20.56 a	2.57 a	762.85 a
	3.5	36.63 b	54.75 ab	104.19 ab	65.05 a	181.47 ab	18.97 a	2.76 a	753.55 a
	5	42.44 b	54.69 ab	104.00 ab	62.15 a	178.88 ab	20.91 a	2.80 a	758.56 a
	6.5	51.25 a	53.63 ab	103.38 bc	64.53 a	171.88 ab	18.69 a	2.81 a	821.14 a
	8	50.63 a	50.69 b	102.38 c	66.26 a	141.19 b	19.07 a	2.80 a	778.88 a
Bard-1	2	39.38 ab	52.88 b	101.13 d	76.71 a	351.81 a	18.94 a	2.32 b	805.43 a
Bard-1	3.5	46.50 ab	52.38 b	100.38 d	77.22 a	234.88 ab	16.63 a	2.61 ab	818.01 a
Bard-1	5	48.00 ab	52.25 b	100.25 d	70.51 a	221.63 b	20.00 a	2.72 a	799.92 a
Bard-1	6.5	51.25 a	51.50 b	99.88 de	73.06 a	195.44 b	16.00 a	2.69 ab	826.79 a
Bard-1	8	50.00 a	51.25 b	98.50 e	75.10 a	182.94 b	17.63 a	2.63 ab	821.43 a
Hyola-401	2	15.00 d	57.75 a	108.63 a	56.16 b	132.19 b	22.19 a	2.82 a	720.26 ab
Hyola-401	3.5	26.75 c	57.13 a	108.00 ab	52.88 b	128.06 b	21.31 a	2.91 a	689.08 b
Hyola-401	5	36.88 bc	56.13 a	107.75 abc	53.80 b	122.13 b	21.81 a	2.87 a	717.21 ab
Hyola-401	6.5	51.25 a	55.75 a	106.88 bc	55.99 b	161.63 b	21.38 a	2.94 a	815.49 a
Hyola-401	8	51.25 a	55.13 a	106.25 c	57.42 b	99.38 b	20.50 a	2.97 a	736.33 ab

حروف مشابه در هر ستون غیر معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن)

Similar letters in each column non significant at probability level 5% (Based on Duncan's multiple range test)



دانه در خورجین، طول خورجین، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد روغن نسبت به سایر تراکم‌های گیاهی برتری نشان داد.

#### ارتفاع بوته

از نظر ارتفاع بوته تفاوت معنی‌داری بین دو رقم تحت بررسی وجود داشت، به طوری که رقم Bard-1 دارای میانگین ارتفاع ۷۴/۵۲ سانتیمتر و رقم Hyola-401 دارای ارتفاع ۵۵/۲۵ سانتیمتر بود. بهترین ارتفاع بوته برای گیاهان روغنی تیره براسیکا در شرایط دیم مناطق سردسیر کشور ۹۲/۲ سانتیمتر تعیین شده است (Alizade et al, 2003) که رقم Bard-1 به این سطح بهینه نزدیک‌تر است. با توجه به وقوع سرمای ناگهانی و دیررس بهاره در سال ۱۳۸۴ که معمولاً با احتمال بسیار کم (هر ۱۰ سال یک‌بار) در منطقه اتفاق می‌افتد و مشکل تنش خشکی در اواخر فصل رشد که با پایان یافتن دوره بارش‌ها در اردیبهشت‌ماه هر دو سال یک‌بار حادث می‌شود، استفاده از ارقام مقاوم به خشکی مانند خردل‌های روغنی بر استفاده از ارقام متحمل به سرما ارجحیت دارد. این آزمایش نشان داد که ارقام دو صفر خردل روغنی با میزان ۶/۵ کیلوگرم بذر در هکتار جهت کشت در مناطق دیم سردسیر مناسب به نظر می‌رسند.

در بین اجزای عملکرد دانه، تعداد غلاف در مترمربع و تعداد دانه در غلاف حساسیت بیشتری نسبت به تراکم بوته و رقم نشان دادند. به نحوی که تعداد غلاف با افزایش تراکم بوته افزایش نشان داد و تعداد دانه در غلاف کاهش داشت. وزن هزار دانه با افزایش تراکم بوته تا ۹۰ بوته در مترمربع روند کاهشی داشت. با توجه به اثر مطلوب توزیع یکنواخت بوته در واحد سطح و سازگاری هایولا به دامنه مشخصی از تراکم، تراکم ۹۰ بوته در مترمربع در شرایط مشابه پیشنهاد شد. به نظر می‌رسد که کلزا با افزایش تراکم بوته از تعداد شاخه‌های جانبی خود می‌کاهد و در نتیجه تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد ولی این کاهش می‌تواند توسط افزایش سایر اجزای عملکرد مانند وزن هزار دانه جبران شده و در نهایت عملکرد دانه ثابت بماند (Majdam and Esmaili, 2011). عملکرد دانه در کلزا تابعی از تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه است (Taylor and Smith, 1992). بالاترین عملکرد دانه در تیمار ۹۰ بوته در مترمربع به دست آمد.

کوچکی (Koocheki et al., 2015) اعلام کرد که تراکم ۷۰ بوته در مترمربع از نظر عملکرد دانه، تراکم مطلوبی بود. با افزایش تراکم از ۴۰ تا ۱۹۰ بوته در مترمربع تعداد شاخه فرعی در بوته کاهش و ارتفاع بوته افزایش یافت. تراکم ۷۰ بوته در مترمربع از نظر عملکرد دانه، تعداد

#### منابع

- Alizadeh, Kh., FeiziAsl, V., Eskandari, M., 2003. Optimal levels for some characteristics in Brassica oilseed crops in the cold drylands of Iran. Brassica (An International Journal of Brassicas). 5(3&4), 48-52.
- Angadi, H.W.C., McConkey, B.G., Gan, K., 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. Crop Science. 43, 1358-1366.
- Bilgili, U., Sincik, M., Uzan, A., Acikgoz, E., 2003. The influence of row spacing and seeding rate on seed yield and yield components of forage turnip (*Brassica napus* L.). Journal of Agronomy. 189(4), 250-254.
- Christensen, J.V., Drabble, J.C., 1984. Effect of row spacing and seeding rate on rapeseed yield in Northwest Alberta. Canadian Journal of Plant Science. 64, 1011-1013.
- DaneshShahraki, A., Kashani, A., Mesgarbashi, M., Nabipor, M., Kohi, M., 2008. The effect of plant densities and time of nitrogen application on some agronomic characteristic of rapeseed. PazhuheshvaSazandegi. 79, 10-17. [In Persian with English Summary].
- Donovan, J.T., 1994. Canola (*Brassica. rapa*) plant density influences, Tatory black wheat (*Fagopyrumtataricum*) interference, biomass and seed yield. Weed Science. 42, 385-389.
- Eilkaee, M., Emam, Y. 2003. The effect of plant density on yield and yield components of two winter rapeseed cultivar (*Brassica napus*L.).

- Iranian Agricultural Science. 34(3), 509-515. [In Persian with English Summary].
- Fathi, G., Banisaidy, A., Siadat, A., Ebrahimpour, F., 2008. Effect of different levels and plant density on grain yield of rapeseed, cultivar PF7045 in Khuzestan conditions. The Scientific Journal of Agriculture. 25(1), 43-58. [In Persian with English Summary].
- Faraji, A., 2004. Effect of row spacing and seed amount on yield and yield component of rapeseed (Cultivar: Qantom) in Gonbad. Seed and Plant Journal. 20, 297-314. [In Persian with English Summary].
- Faraji, A., 2006. Effect of agronomic factors on yield, yield component and oil percentage of two spring rapeseed genotype in Gonbad. Seed and Plant Journal. 22, 277-289. [In Persian with English Summary].
- Habekotte, B., 1993. Quantitative analysis on pod formation, seed set and seed filling in winter oilseed rape (*B. napus* L.) under field crop condition. Field Crop Research. 35, 27-33.
- Kandil, A.A., Mahandes, S.I., Mahrous, N.M., 1995. Gnotypic and phenotypic variability, heritability and interrelationships of some characters in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Plant Breeding Abstracts. 65, No. 9.
- Keyhanian, A., Mobaser, H., Samedaliri, M. 2014. The effect of different plant densities and N fertilizer on canola yield. Journal of Plant Science Research. 8, 56-64. [In Persian with English Summary].
- Koocheki, A., nowroozian, A., Azizi, M., Najibnia, S. 2015. Study on wide range of plant density on yield and yield component of rapeseed cultivars. Journal of Agroecology, 6(4), 1-21. [In Persian with English Summary]
- Lythgoe, B., Norton, R.M., Nicolas, M.E., Conner, D.J., 2001. Compensatory and competitive ability of two canola cultivars. In: proc. 8<sup>th</sup> Australian Agron. Conf. pp: 1-8.
- Majdam, M. Esmaili, N., 2011. The effect of N fertilizer and plant density on yield of Hyola401. Crop Research and Research on Crops. 12(2), 7-12.
- Potter, T.D., Kay, J.R., Ludwig, I.R., 2002. Effect of row spacing and sowing rate on canola cultivars with early vigor. South Australian Research and Development Institute. 4p.
- Rahman, I., Ahmad, H., Sirajuddin, I., Ahmad, I., Abbasi, F.M., Islam, M., Ghafoor, S., 2009. Evaluation of rapeseed genotypes for yield and oil quality under rainfed conditions of district Mansehra. African Journal of Biotechnology. 8(24), 6844-6849.
- Ranjbar, F., 2006. Study and determination of optimum plant density in rapeseed planting in dryland conditions. Dryland Agricultural Research Institute. No. 85/93. [In Persian].
- Rao, M.S., Mendham, N.J., 1991. Comparison of chinoli (*Brassica campestris* L.) and oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatment. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 117, 177-187.
- Shrief, S.A., Shabana, R., Ibrahim, A.F., Geisler, G., 1990. Variation in seed yield and quality characters of four spring oil rapeseed cultivars as influenced by population arrangements and densities. Journal of Agronomy and Crop Science. 165, 103-109.
- Taylor, A.J., Smith, C.J., 1992. Effects of sowing date and seeding rate on yield and yield component of irrigated canola grown on a redbrown earth in south eastern Australian. Australian Journal of Agricultural Research. 43, 1929-1941.
- Thurling, N., 1991. Application of the ideotype concept in breeding for higher yield in the oilseed. Field Crops Research. 26, 201-219.
- Yazdifar, S., Amini, A., Rameye, V., 2006. Study the effects of row spacing and seed amount on yield, yield component and oil percentage in spring rapeseed cultivars. Journal of Agricultural sciences and Natural Resources Science. 13, 58-65. [In Persian With English Summary].
- Zang, P.H., Sedum, P.J., 1995. Interactions among phosphorous, nitrogen and growth in oil seed rape. Canadian Journal of Plant Sciences. 74(3), 173-180.