Archiv

نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد دوازدهم، شماره سوم، پاییز ۹۸
۱۲۱-۱۳۸
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2019.16385.2219

اثر تراکم بوته بر مراحل فنولوژیک، مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا (*Brassica napus* L.)

فهیمه علیزاده[۱]، فائزه زعفریان[۲*]، بنیامین ترابی[۳]، رحمت عباسی[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
[۲]دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری،
[۲]دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[۴]استادیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۵

چکیده

سابقه و هدف: کلزا به علت دارا بودن صفات مثبت زراعی نظیر مقاومت به سرما و کم آبی، تحمل شوری و عملکرد بیشتر در واحد سطح نسبت به سایر دانه‌های روغنی مورد کشت در کشور برتری دارد. از جمله عوامل مؤثر بر عملکرد گیاهان، استفاده از ارقام مناسب و سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه در تراکم مناسب کاشت است؛ به نحوی که حداقل رقابت تخریبی بین بوته‌ها وجود داشته باشد. با توجه به اینکه هر گیاه یا به بیان بهتر هر رقم واکنش خاصی به عوامل محیطی نشان می‌دهد و همچنین با عنایت به ظرفیت بالای گیاه کلزا جهت افزایش عملکرد در نتیجه تغییر عوامل محیطی، این پژوهش با هدف تعیین مناسب‌ترین تراکم بوته و رقم جهت بهبود عملکرد و اجزای عملکرد کلزا به عنوان مهم‌ترین محصول دانه‌های روغنی انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ در مزرعه‌ی تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی قراخیل در شهرستان قائمشهر اجرا شد. تیمارها شامل: تراکم‌های ٤۲/۱۰، ٦٦/٦٦، ۸۸/۸۸، ۱۱٤/۲۸ و ۱۳۳/۳۳ بوته در متر مربع و چهار رقم کلزا شامل: هایولا ٤۰۱، آگامکس، هایولا ٤۸۱۵ و تراپر که در سه تکرار اجرا شد. صفات مورد بررسی در این آزمایش شامل: شاخص سبزینگی، طول دوره گلدهی و تعداد روز تا پایان گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد زیستی و عملکرد دانه به‌ترتیب با میانگین ۱٦۱۵۰ و ۷۰۳۱/۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به رقم هایولا ٤۰۱ با تراکم ۸۸/۸۸ بوته در متر مربع بوده است. اثر اصلی تراکم و رقم بر شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود؛ به گونه‌ای که تراکم ۸۸/۸۸ بوته در متر مربع بیشترین تعداد دانه در غلاف (۲۱/۵۸)، وزن هزار دانه (٤/۲٤ گرم) و شاخص برداشت (۵۹/۱۹ درصد) را به خود اختصاص داد. همچنین نتایج نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تراکم ٦٦/٦٦ بوته در متر مربع و حداکثر تعداد شاخه فرعی مربوط به تراکم ٤۲/۱۰ بوته در مترمربع بوده است. در تمامی صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد، رقم هایولا ٤۰۱ عملکرد بهتری را نسبت به سایر ارقام نشان داد.

*مسئول مکاتبه: fa_zaefarian@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین تراکم‌های کاشت و ارقام مختلف کلزا، در مورد عملکرد و اجزای عملکرد وجود دارد. رقم هایولا ٤٠١ با تراکم ٨٨/٨٨ بوته در مترمربع بهترین نتیجه را از نظر عملکرد و اجزای عملکرد داشت. لذا با توجه به نتایج حاصله، رقم هایولا ٤٠١ و تراکم ٨٨/٨٨ بوته در مترمربع برای دستیابی به عملکرد بالا در کلزا در شرایط آب و هوایی مازندران قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تراکم، شاخص برداشت، شاخص سبزینگی، هایولا ٤٠١.

مقدمه

رشد جمعیت، بهبود سطح تغذیه و افزایش مصرف کنجاله دانه‌های روغنی در تغذیه دام و طیور، نیاز به تولید دانه‌های روغنی را در سطح جهان افزایش داده است؛ بنابراین توسعه کشت محصولات روغنی برای خودکفایی بسیار جدی است که مستلزم برنامه‌ریزی منسجم و درازمدت با هدف نیل به خودکفایی می‌باشد. محصولات دانه روغنی در محدوده وسیعی از خاک، آب و شرایط آب و هوایی می‌توانند رشد کنند که در این میان کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی می‌باشد که بیش از ۸۰ درصد روغن خوراکی ایران را تامین می‌کند (۱). همچنین به علت سازگاری بالا با شرایط مختلف آب و هوایی اکثر نقاط کشور و تولید عملکرد بالاتر نسبت به بقیه محصولات روغنی به عنوان یک گیاه صنعتی مهم در جهان به شمار می‌رود که از نظر تولید روغن پس از سویا (*Glycine max* L.) و نخل روغنی (*Elaeis guineensis*) مقام سوم را دارا می‌باشد (۱۵، ۲۵ و ۳۹). بذر کلزا به میزان ٤٨-٤٠ درصد روغن، ٤٥-٣٨ درصد پروتئین دارد و نسبت اسید لینولئیک به اسید لینولنیک آن ۲:۱ می‌باشد که برای سلامتی انسان مناسب است (۱). همچنین با میزان روغن بالا و کمترین اسید چرب اشباع شده بیشترین ارزش غذایی را در بین گیاهان دانه روغنی دیگر دارا می‌باشد.

مجتبی و ایمران (۲۰۰۳) در بررسی اثر تراکم کاشت و سطوح مختلف کودی بر عملکرد کلزا به این نتیجه رسیدند که تراکم‌های مختلف کاشت بر عملکرد دانه کلزا معنی‌دار می‌باشد (۳۱). در آزمایشات دیگر نیز محققین اظهار داشتند که افزایش تراکم بوته در واحد سطح موجب کاهش تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه و همچنین سبب افزایش ارتفاع بوته و طول میانگره‌های ساقه می‌شود که در زمان تشکیل خورجین، احتمال بروز خوابیدگی بوته به دلیل سنگینی بخش‌های بالایی را تشدید می‌کند؛ همچنین در تراکم گیاهی بالا سایه‌انداز گیاه منظم‌تر، ساقه‌ها نازک‌تر، شاخه‌های جانبی کوتاه‌تر و رسیدگی همگام‌تر می‌شود که هر کدام از این عوامل سبب تسهیل در برداشت مکانیزه می‌شود (۸، ۳۵). آزمایش انجام شده توسط یانتای و همکاران (۲۰۱۵) نشان داد که افزایش تراکم بوته در کلزا سبب کاهش روزهای رسیدگی می‌شود و عملکرد بذر نیز ۷۵ درصد افزایش پیدا می‌کند (٤٠). همچنین احمدی و همکاران (٢٠١٤) در بررسی پنج سطح تراکم کلزا شامل ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰، ۱۷۵ و ۲۰۰ بوته در متر مربع گزارش کردند که بیشترین میزان روغن در تراکم ۱۰۰ بوته در متر مربع و کمترین آن در تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع به‌دست آمد (۱). سیادت و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی سه تراکم شامل ١٦/٦، ۲۵ و ۵۰ بوته در متر مربع روی رقم تارو کلزا گزارش دادند که با افزایش تراکم، تعداد غلاف در متر مربع افزایش، ولی تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه کاهش نشان داد (٣٦).

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین تراکم مطلوب در یک گیاه به فاکتورهای زیادی نظیر نوع گیاه، رقم، حاصلخیزی خاک، آب قابل دسترس و عوامل محیطی بستگی دارد (٤٠). ژنوتیپ‌های کلزا از لحاظ تعداد دانه در خورجین (٢٦)، تعداد خورجین در واحد سطح (٣٢)، وزن دانه (١٩) و تعداد شاخه در بوته (٣٠) با یکدیگر تفاوت دارند. در نتیجه تعیین ارقام مناسب کاشت روشی موثر در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد کلزا می‌باشد.

کلزا از جمله گیاهان روغنی است که در سال‌های اخیر مورد توجه سازمان جهاد کشاورزی و مراکز ترویج کشاورزی قرار گرفته است (٢١). آب و هوای معتدل و خنک با رطوبت بالای استان مازندران بهترین شرایط لازم را برای رشد کلزا فراهم ساخته است و ارقام پرمحصول و سازگار این گیاه را می‌توان به عنوان یک محصول در تناوب زراعی با گندم (*Triticum aestivum*) و پر نمودن اراضی شالیزاری در زمان پس از برداشت برنج (*Oryza sativa* L.) در نظر گرفت. اگرچه دامنه میزان تراکم بذر برای کشت کلزا مشخص شده است؛ اما تعیین میزان دقیق‌تر آن برای دستیابی به عملکرد قابل قبول بسیار ضروری می‌باشد (٣٣). لذا هدف از مطالعه حاضر دستیابی به این اطلاعات و تعیین تراکم گیاهی مناسب برای حصول بالاترین عملکرد دانه و تشخیص نقش اجزای عملکرد در تولید محصول در شرایط آب و هوایی استان مازندران، شهرستان قائمشهر در مرکز تحقیقات کشاورزی قراخیل می‌باشد. همچنین جنبه نوآوری این مقاله بحث تعیین تراکم بوته بر اساس مقدار بذر مصرفی برای ارقامی است که در حال حاضر کشاورزان مورد کشت قرار می‌دهند و این گونه تحقیقات که بر اساس مقدار بذر مصرفی توسط کشاورزان تیمارها مرتب شده باشند قابل استفاده و بسیار کاربردی خواهد بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مرکز تحقیقات کشاورزی قراخیل واقع در شهرستان قائمشهر در سال ٩٧-١٣٩٦ انجام شد. ایستگاه تحقیقات قراخیل در طول جغرافیایی ٥٢ درجه و ٥٣ دقیقه و عرض جغرافیایی شمالی ٣٦ درجه و ٢٧ دقیقه در قسمت غربی شهرستان قائمشهر قرار گرفته است. ارتفاع از سطح دریا ١٤/٧ متر بوده و منطقه محل اجرای طرح دارای آب و هوای نسبتا معتدل می‌باشد. تیمارها شامل تراکم با تراکم‌های ٤٢/١٠، ٦٦/٦٦، ٨٨/٨٨، ١١٤/٢٨ و ١٣٣/٣٣ بوته در متر مربع و همچنین چهار رقم هایولا ٤٠١، آگامکس، هایولا ٤٨١٥ و رقم تراپر می‌باشند. بذور از شرکت دانه‌های روغنی استان مازندران تهیه شد. برای اطمینان از دستیابی به تراکم مورد نظر، پس از استقرار بوته‌ها در مرحله سه الی چهار برگی عملیات تنک کردن انجام شد. کاشت به صورت خطی و با دست انجام گرفت. هر کرت آزمایشی دارای چهار خط کاشت به طول سه متر و فاصله بین کرت‌ها ٠/٥ متر و بین بلوک‌ها دو متر در نظر گرفته شد. عملیات آماده‌سازی زمین زراعی برای تهیه بستر بذر شامل شخم، دیسک و ماله‌کشی در ماه مهر انجام شد و کاشت بذور در ١٦ آبان ماه بعد از انجام کوددهی پایه صورت گرفت. قبل از اجرای آزمایش، جهت مشخص شدن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، خاک منطقه کشت مورد آزمایش قرار گرفت که در جدول ١ قابل مشاهده می‌باشد. در نهایت پس از دریافت نتایج حاصله، کودهای نیتروژنه (اوره) به مقدار ٣٠٠ کیلوگرم در هکتار، پتاسه (سولفات پتاسیم) و فسفاته (فسفات آمونیوم) هر کدام ١٥٠ کیلوگرم در هکتار اعمال شد؛ که یک سوم کود اوره در زمان کاشت، یک سوم در مرحله ساقه‌دهی و یک سوم باقیمانده قبل از گلدهی اعمال شد. همچنین، کل دو کود پتاسه و فسفاته نیز به صورت پایه اعمال گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1. Chemical properties of soil

عمق(سانتی‌متر) Depth (cm)	بافت Texture	کربن‌آلی(درصد) OC (%)	پتاسیم قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) ava.K (mg/kg)	فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P ava. (mg/kg)	نیتروژن(٪) N(%)	اسیدیته pH	هدایت‌الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)
0-30	سیلتی Silty	1.2	56	8.9	0.23	7.8	0.52

برای کنترل علف‌های هرز از علف‌کش ترفلان به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار و به‌صورت پیش از کاشت استفاده شد. طی فصل رشد نیز به دفعات لازم وجین دستی (در مرحله شروع روزت و شروع گلدهی) انجام شد. آبیاری‌های اولیه تا استقرار بوته‌ها، هر چهار تا شش روز یکبار و پس از آن تا انتهای فصل رشد به کمک بارندگی‌های پاییزه انجام شد. همچنین مشخصات ارقام مورد استفاده در این تحقیق در قالب جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- خصوصیات ارقام کلزای مورد استفاده در این تحقیق

Table 2. Properties of rapeseed varieties was used in this study

خصوصیات ارقام Cultivars characteristics	Trapper	Agamax	Hyola 4815	Hyola 401
مبدأ Origin	آلمان Germany	آلمان Germany	کانادا Canada	کانادا Canada
نوع رقم Type of cultivar	هیبرید Hybrid	هیبرید Hybrid	هیبرید Hybrid	هیبرید Hybrid
میزان روغن (٪) Oil content (%)	٤٣-٤٤ 43-44	٤٣-٤٤ 43-44	٤٣-٤٦ 43-46	٤٤-٤٧ 44-47
کیفیت روغن Oil quality	دو صفر 00	دو صفر 00	دو صفر 00	دو صفر 00
طول دوره رشد (روز) Growth period (day)	بسیار زودرس Very early maturing	زودرس Early maturing	١٤٥-١٧٥ 145-175	١٥٠-١٨٠ 150-180
مناطق کشت Areas of cultivation	گرم مرطوب شمال و گرم خشک جنوب Warm and wet northern and warm dry south	گرم مرطوب شمال و گرم خشک جنوب Warm and wet northern and warm dry south	گرم و مرطوب شمال و گرم خشک جنوب Warm and wet northern and warm dry south	گرم و مرطوب شمال و گرم خشک جنوب Warm and wet northern and warm dry south
ویژگی خاص Special feature	زودرسی، مقاوم به ریزش دانه و ورس Early maturing, Resistant to grain shattering and lodging	متحمل به ریزش دانه و ورس و پایداری عملکرد Resistant to grain shattering and lodging and yield sustainability	زودرسی، مناسب کشت دوم در اراضی شالیزار Early maturing, proper for second planting in rice land	یکنواختی رسیدگی، پایداری عملکرد Homogeneity in maturing, yield sustainability

جهت اندازه‌گیری میزان کلروفیل بوته‌های کلزا نمونه‌برداری در ۱۳ اسفند ماه (۱۱۷ روز پس از کاشت) و به وسیله کلروفیل‌متر (SPAD-502, Konika-Minolta Co.) انجام پذیرفت. برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل هر بوته به سه بخش بالایی، میانی و زیرین تقسیم شد. در هر بخش نیز

www.SID.ir

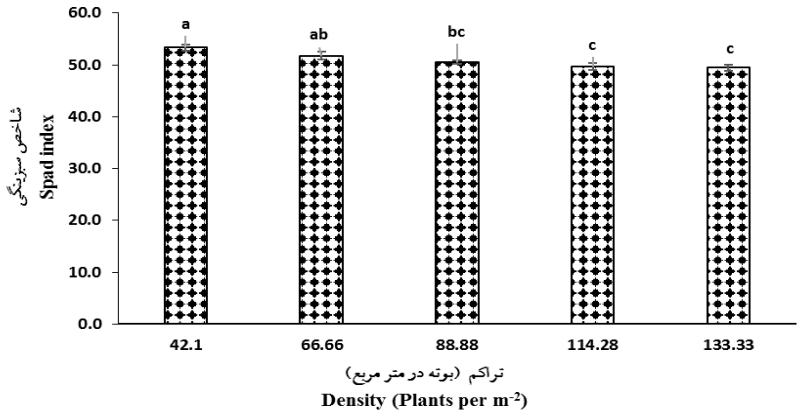
Archive of SID

برگ‌ها به سه قسمت فرضی تقسیم شد و پس از اندازه‌گیری SPAD هر سه قسمت، میانگین هر قسمت به‌عنوان عدد SPAD برگ و میانگین هر سه بخش به‌عنوان عدد SPAD در نظر گرفته شد.

برای برآورد تعداد روز تا پایان گلدهی، تعداد روزهای از زمان کاشت تا پایان دوره گلدهی در نظر گرفته شد. همچنین طول دوره گلدهی نیز از زمان شروع گلدهی تا انتهای گلدهی درنظر گرفته شد. در مرحله رسیدگی با در نظر گرفتن اثر حاشیه، پنج بوته از هر کرت بطور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. سپس بذور از غلاف‌ها جدا گردیده و توسط ترازوی حساس (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) توزین شدند. بعد از تعیین عملکرد دانه و عملکرد زیستی، درصد شاخص برداشت از نسبت عملکرد دانه به زیستی محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری (SAS ver. 9.4) انجام شده و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین‌ها نیز از طریق آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

شاخص سبزینگی: نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفت شاخص سبزینگی نشان داد که از بین اثرات مورد بررسی تنها اثر اصلی تراکم بوته بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود؛ ولی اثر اصلی رقم و برهمکنش تراکم در رقم تاثیر معنی‌دار بر این صفت نداشت (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین مربوط به شاخص سبزینگی برگ کلزا برای اثر اصلی تراکم بوته نشان داد که بیشترین مقدار (۵۳/۳۳) مربوط به تراکم ٤٢/١٠ بوته در متر مربع بود و کمترین میزان (٤٦/٤٥) نیز از تراکم بوته ۱۳۳/۳۳ بوته در مترمربع حاصل شد (شکل ۱). کاهش شاخص سبزینگی در تراکم‌های بالا را می‌توان به کاهش مقدار نفوذ نور به درون سایه‌انداز گیاه و افزایش رقابت درون بوته‌ای برای منابع تغذیه‌ای به‌ویژه نیتروژن نسبت داد (۸). همچنین در تحقیق صورت گرفته توسط غیاثی اسکویی و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی اثر مقدار نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و کارایی نیتروژن در گیاه خار مقدس (*Cnicus benedictus* L.) گزارش شده است که افزایش تراکم بوته موجب کاهش سبزینگی بوته‌های گیاه خار مقدس گردید، ایشان نیز دلیل این امر را کاهش نفوذ نور به درون سایه‌انداز گیاه در تراکم‌های بالا ذکر نمودند (۱۸).



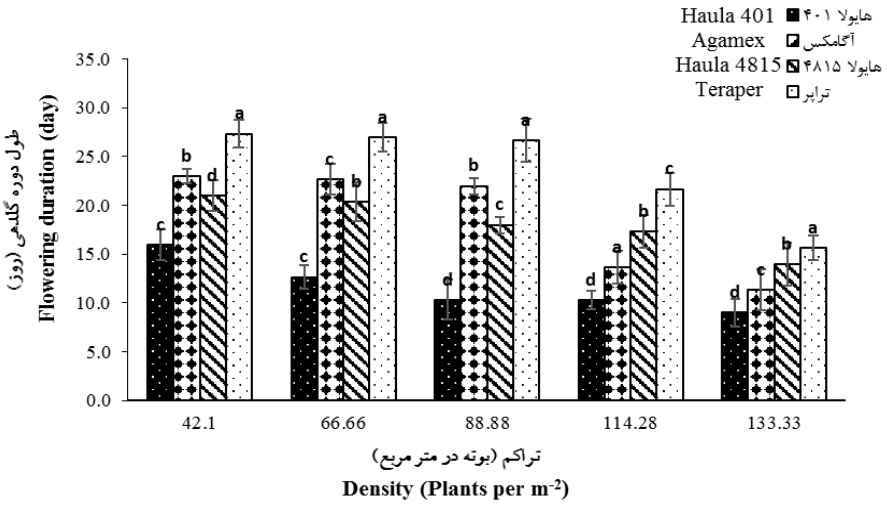
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر تراکم بوته بر شاخص سبزینگی برگ کلزا (استاندارد ارور مقدار انحراف تکرارها از میانگین آن تیمار می‌باشد)

Figure 1- Mean comparisons for the effect of plant density on leaf greenness of rapeseed (Error bar: the division value of repetitions from means of each treatment)

www.SID.ir

Archive of SID

طول دوره گلدهی و تعداد روز تا پایان گلدهی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داده است که اثر تراکم و رقم و برهمکنش آنها بر طول دوره گلدهی و تعداد روز تا پایان گلدهی در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳) و با افزایش تراکم بوته طول دوره گلدهی و روز تا پایان گلدهی گیاه کاهش می‌یابد (شکل ۲ و ۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تراکم و رقم و برهمکنش آنها بر طول دوره گلدهی و تعداد روز تا پایان گلدهی در سطح یک درصد معنی‌دار شده است (جدول ٤-۱) و با افزایش تراکم بوته طول دوره گلدهی و روز تا پایان گلدهی گیاه کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که بیشترین طول دوره گلدهی با تعداد روز ۲۷/۵ مربوط به تراکم ٤۲/۱۰ بوته در متر مربع و کمترین آن با تعداد روز ۹ مربوط به تراکم ۱۳۳/۳۳ بوته در متر مربع بوده است. همانگونه که در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است، بین ارقام نیز در تمامی تراکم‌های مورد بررسی، رقم تراپر طول دوره گلدهی طولانی‌تری داشته است ولی با این وجود کوتاه‌ترین تعداد روز تا پایان گلدهی مربوط به همین رقم بود. به نظر می‌رسد رقم تراپر زمان گلدهی را سریع‌تر از سایر ارقام شروع کرده، ولی در مجموع طول دوره رشد تا پایان گلدهی کمتری را به خود اختصاص داده است. افزایش تراکم بوته موجب تسریع در زمان شروع گلدهی شده است که دلیل آن، 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 برخورد با شرایط نامساعد و کمبود منابع غذایی را دارند. در واقع یک مکانیسم فیزیولوژیک در گیاهان زراعی سبب می‌شود که گیاهان حفظ بقاء و ادامه نسل خود را بر ادامه رشد و تولید بیشتر ترجیح دهند (۱۵). همچنین در بین ارقام مورد بررسی، رقم تراپر بیشترین طول دوره گلدهی و رقم هایولا ٤۰۱ کمترین طول دوره گلدهی را داشته است. اختلاف طول دوره گلدهی در ارقام کلزا بیشتر جنبه ژنتیکی دارد و کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (۳۵).



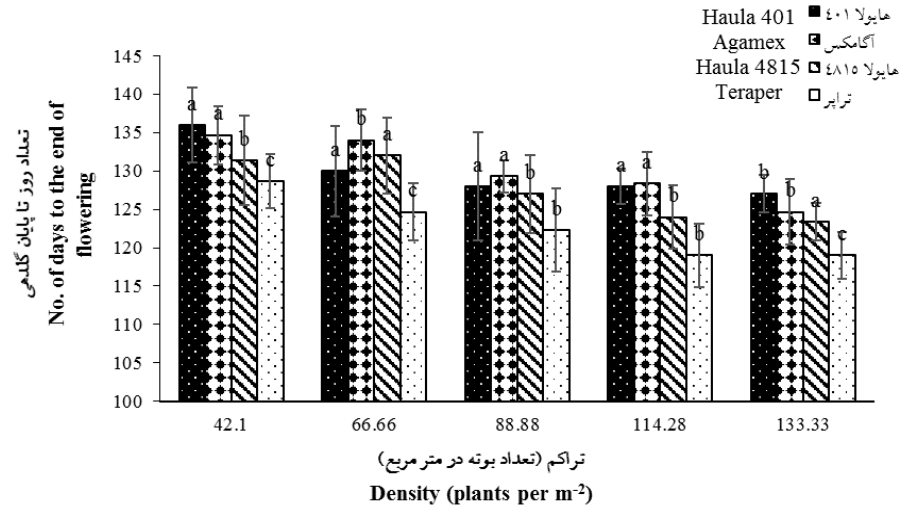
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته بر طول دوره گلدهی ارقام مختلف کلزا

(استاندارد ارور مقدار انحراف تکرارها از میانگین آن تیمار می‌باشد)

Figure 2- Mean comparison interaction effect of plant density on flowering duration of different rapeseed varieties (Error bar: the division value of repetitions from means of each treatment)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته بر روز تا گلدهی در ارقام مختلف کلزا (استاندارد ارور مقدار انحراف تکرارها از میانگین آن تیمار می‌باشد)

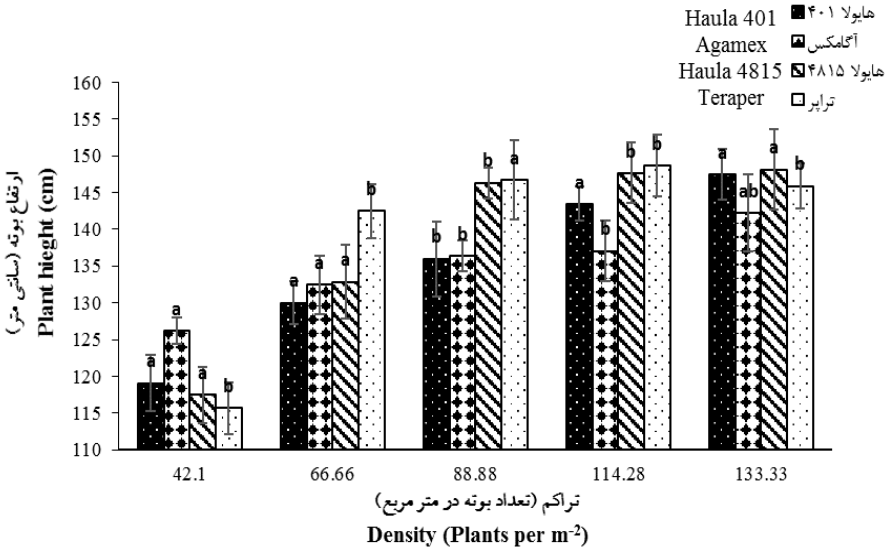
Figure 3- Mean comparison interaction effect of plant density on numbers of days to flowering stage of different rapeseed varieties (Error bar: the division value of repetitions from means of each treatment)

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۳ نشان داد که اثرات اصلی و برهمکنش تراکم و رقم بر صفت ارتفاع بوته کلزا معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین‌های اثر برهمکنش نشان داد که ارتفاع بوته در تراکم‌های بالا افزایش یافته است. شکل ٤ نشان می‌دهد که تمامی ارقام (به جزء تراپر) در تراکم ۱۳۳/۳۳ بوته در مترمربع بالاترین ارتفاع بوته را دارا بودند و کمترین ارتفاع بوته بین تراکم‌های مورد بررسی نیز مربوط به تراکم ٤۲/۱۰ بوته در مترمربع بود. واکنش ارقام به افزایش تراکم متفاوت بود، به طوری که بالاترین ارتفاع بوته در تراکم ٤۲/۱۰ بوته در متر مربع با میانگین ۱۲٦ سانتی‌متر مربوط به رقم آگامکس بود ولی در تراکم‌های بالاتر رقم تراپر ارتفاع بالاتری داشت. در مقایسه کلی بین تراکم‌های مختلف، افزایش ارتفاع بوته با افزایش تراکم بوته در اثر افزایش مقدار بذر مصرفی در هکتار مشاهده گردید که دلیل این امر را می‌توان رقابت درون گونه‌ای بیان نمود که سبب افزایش رشد رویشی و در نتیجه افزایش ارتفاع شده است. تغییرات ارتفاع بوته در بسیاری از ارقام کلزا اثر قابل ملاحظه‌ای بر محصول دانه داشته است. در این تحقیق این مطلب به وضوح مشاهده می‌شود که ارقام با ارتفاع بیشتر ضمن تشکیل غلاف روی ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی فوقانی، نسبت به ارقام دیگر دارای عملکرد دانه بیشتری نیز بودند (۲۲). نتایج حاصل از بررسی ضرایب همبستگی نیز بیانگر ارتباط مثبت معنی‌دار بین ارتفاع بوته با وزن هزار دانه و عملکرد زیستی بود (جدول ۵). ساقه طویل‌تر به معنی داشتن سطح فتوسنتزکننده بیشتر و تولید مواد متابولیکی بیشتر برای پرکردن خورجین‌ها و دانه‌ها می‌باشد. با افزایش تراکم بوته و ایجاد رقابت بین بوته‌ها بخصوص بوته‌های روی ردیف، رشد مریستم انتهایی تحریک شده و بدلیل جذب و انتقال مواد فتوسنتزی به مریستم انتهایی، به ارتفاع گیاه افزوده می‌شود. البته دلیل اصلی افزایش ارتفاع بوته در تراکم‌های بالا، افزایش تعداد زیاد بوته در واحد سطح و افزایش رقابت بین آنها برای دریافت تشعشعات فتوسنتزی می‌باشد (۱۱). افزایش ارتفاع بوته در تراکم زیاد به کاهش نفوذ نور در سایه‌انداز گیاهی و افزایش رقابت بین بوته‌ها جهت دریافت نور نسبت داده می‌شود. طی نتایج پژوهشی افزایش تراکم

www.SID.ir

Archive of SID

بوته گیاهی موجب افـزایش سـنتز هورمـون جیبـرلین محرک رشد در میانگره‌هـای سـاقه شـده و در نتیجـه طول میانگره‌ها در گیاه افزایش مـی‌یابـد (۲۲). علـت بیشتر بودن ارتفاع در رقم هایولا ٤٠١ نیز احتمالا دارا بودن طول دوره رشدی بیشتر این رقم در منطقه مورد کشت نسبت به ارقام دیگر بود.



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته بر ارتفاع بوته در ارقام مختلف کلزا (استاندارد ارور مقدار انحراف تکرارها از میانگین آن تیمار می‌باشد)

Figure 4- Mean comparison interaction effect of plant density on height plant of different rapeseed varieties (Error bar: the division value of repetitions from means of each treatment)

تعداد شاخه فرعی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که از بین عوامل مورد بررسی، اثر اصـلی تـراکم بوتـه و رقم بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود اما اثـر متقابـل تراکم و رقم نتوانست تاثیر معنی‌داری بر تعداد شـاخه فرعی داشته باشد (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین اثر اصلی تراکم بوته نشان داد که بیشترین و کمتـرین تعـداد شـاخه فرعـی بـا میـانگین‌هـای ۹/۱٤ و ۸/۲۰ به‌ترتیب از تراکم‌های ٤۲/۱۰ و ۱۳۳/۳۳ بوته در متـر مربع بدست آمد (جدول ٤). نتایج مقایسات میـانگین مربوط به اثر اصلی رقم نیز نشـان داد کـه بیشـترین و کمترین شـاخه فرعـی در بوتـه مقـدار بـه‌ترتیـب بـا میانگین‌های ۹/۰۷ و ۷/۱۱ مربوط به رقم آگـامکس و تراپـر بـود (جـدول ۳). بـا افـزایش تـراکم از تعـداد شاخه‌های فرعی کاسته شد که احتمـالا در ارتبـاط بـا نفوذ نور در سایه‌انداز بوده است کاهش تعـداد شـاخه فرعی در بوته را به کاهش میزان نفوذ نـور در بخـش پایینی سایه‌انداز گیـاهی و عـدم فعالیـت جوانـه‌هـای تشکیل‌دهنده شاخه و همچنین افزایش فاصـله طوقـه تا ظهور اولین شـاخه فرعـی در بوتـه نسـبت داده‌انـد (٤۱، ۲۳) که با نتـایج دانشـمند و همکـاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد (۱۱). تعداد شاخه فرعی رابطه مثبـت و معنی‌داری با صـفت عملکـرد دانـه دارد (جـدول ۵). همچنین رقم آگامکس دارای بیشـترین تعـداد شـاخه فرعی بود که با ارقام هـایولا ٤۰۱ و هـایولا ٤۸۱۵ در یک گروه آماری قرار گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تراکم کلزا بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف کلزا

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for effect of rapeseed density on yield and yield components of different rapeseed varieties

منابع تغییرات S.O.V	تکرار Repetition	تراکم (A) Density (A)	رقم (B) Cultivar (B)	A×B	خطا Error	ضریب تغییرات (٪) (C.V)
درجه آزادی df	2	4	3	12	38	
شاخص سبزینگی SPAD index	22.95*	30.97**	2.74ns	0.45ns	4.56	4.19
طول دوره گلدهی Flowering duration stage	5.00	30.98**	386.55**	68.41**	7.00	14.45
تعداد روز تا پایان گلدهی No. of days to the end of flowering	4.55	24.64**	246.95**	37.29**	5.56	1.86
ارتفاع بوته Plant height	20.92	726.76**	83.88*	75.07**	21.92	3.46
تعداد شاخه فرعی Number of sub branches per plant	0.27	1.63*	12.96**	0.60ns	0.49	8.23
تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	188.14	5598.19**	10105.78**	688.85ns	573.64	13.84
تعداد دانه در غلاف Seed number per pod	13.79	31.11**	40.86**	2.35 ns	3.85	10.23
وزن هزار دانه 1000 seeds weight	0.06	2.55**	1.21**	0.20 ns	0.13	10.01
عملکرد دانه Seed yield	63579.50	13322367.55**	16776426.03**	2242194.46**	379152.1	17.11
عملکرد زیستی Biological yield	220515.1	22964919.9**	58121750.7**	4792678.2*	2077055.1	19.89
شاخص برداشت Harvest index	114.94	953.23**	528.23*	224.43ns	185.58	27.50

ns، * و **: به‌ترتیب نشان دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

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

با توجه به نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۳ تنها اثر اصلی تراکم و رقم بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل تراکم در رقم تاثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین اثر اصلی تراکم بوته نشان داد که بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب با میانگین‌های ۱۹۸/٦۹ و ۱٤٤/٦۲ غلاف از تراکم ٦٦/٦٦ و ٤۲/۱۰ بوته در مترمربع بدست آمد (جدول ٤). موندال و وهاب (۲۰۰۱) اظهار داشتند که بین تشعشع خورشیدی دریافت شده توسط کل کانوپی به ازای هر گل و احتمال تبدیل آن به غلاف، رابطه‌ی مثبت وجود دارد که تغییر در تراکم بوته می‌تواند عاملی مهم و تأثیرگذار بر این شاخص باشد (۲۹). کاهش تعداد خورجین در بوته در تراکم بالاتر از حد مطلوب را می‌توان به انبوهی شاخ و برگ‌های سایه‌انداز و عدم دستیابی گیاهان به نور کافی نسبت داد. طبق نتایج تحقیق چاپمن و همکاران (۱۹۸٤) افزایش تراکم بوته در کلزا موجب کاهش نفوذ نور به درون سایه‌انداز گیاهی شده و در نتیجه تعداد خورجین در بوته کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

یافته است (۹) که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد. باقری و صفاهانی (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که افزایش تراکم باعث کاهش تعداد خورجین در گیاه کلزا می‌شود (٦). در بین ارقام مورد بررسی در این پژوهش، بیشترین (۲۰۵/۸۱) و کمترین (۱٤۲/٦۷) تعداد غلاف کل به‌ترتیب مربوط به رقم هایولا ٤۰۱ و تراپر بود (جدول ۳).

جدول ٤- نتایج مقایسات میانگین مربوط به صفات عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا در تراکم‌های مختلف

Table 4- Mean comparison related to yield and yield components of different rapeseed varieties under different plants density

تیمار Treatment	تعداد شاخه فرعی Number of branches	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف Number of seeds per pod	وزن هزار دانه(گرم) 1000 seed weight (g)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
تراکم (بوته در مترمربع) Density (plants.m^{-2})					
42.10	9.14a	144.62c	18.31c	3.62d	47.30b
66.66	8.34b	198.69a	19.75b	3.55c	53.65ab
88.88	8.41b	190.08a	21.58a	4.24a	59.19a
114.28	80.40b	167b	19.00b	3.90b	51.94ab
133.33	8.20b	164.47b	17.31bc	3.00bc	35.51c
رقم Cultivar					
هایولا ٤۰۱ Haula 401	8.98a	205.81a	21.18a	3.90a	56.03a
اگامکس Agamex	9.07a	168.04b	19.81a	3.76a	41.77b
هایولا ٤۸۱۵ Haula 4815	8.83a	175.28b	18.34b	3.75a	51.25ab
تراپر Teraper	7.11b	142.67c	17.43b	3.25b	49.03ab

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

رائو و مندهام (۱۹۹۱) نیز اظهار داشتند که توانایی ارقام در تولید و نگهداری خورجین متفاوت است (۳٤). دانش شهرکی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی تراکم بوته در سه سطح ٦۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در متر مربع روی رقم هایولا ۴۰۱ نشان دادند که با افزایش تراکم تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد (۱۰). افزایش تراکم بوته در کلزا موجب کاهش تعداد شاخه‌های جانبی و در نتیجه کاهش تعداد غلاف در بوته می‌گردد (۱٦). براساس نتایج مشاهده شده در پژوهش حاضر نیز این صفت همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی، تعداد شاخه فرعی، روز تا پایان گلدهی و عملکرد دانه نشان داد (جدول ۵).

تعداد دانه در غلاف: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، مشخص شد که در مورد صفت تعداد دانه در غلاف، اثر اصلی تراکم و رقم در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده، اما برهمکنش دو عامل معنی‌دار نبود (جدول ۳). همچنین نتایج مقایسات

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین اثر اصلی تراکم نشان داد که تیمار ۸۸/۸۸ بوته در متر مربع بیشترین تعداد دانه در غلاف (۲۱/۵۸) را به خود اختصاص داد (جدول ٤). علاوه براین، تیمار ۱۳۳/۳۳ بوته در مترمربع دارای کمترین تعداد دانه در غلاف بود که با میانگین ۱۷/۳۱ دانه در غلاف به‌دست آمد (جدول ٤). با افزایش تراکم تا مرز ۸۸/۸۸ بوته در متر مربع، سیری صعودی در تعداد دانه در غلاف کلزا رویت شد. ولی پس از آن با روندی کاهشی مواجه شد (جدول ٤). به عبارت دیگر تراکم زیادتر بوته باعث کاهش عملکرد دانه از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته و همچنین کاهش تعداد دانه در غلاف شد. در این پژوهش نیز این صفت با تعداد شاخه فرعی، وزن هزار دانه، طول دوره گلدهی، عملکرد زیستی و عملکرد دانه همبستگی مثبتی را نشان دادند (جدول ٥). مهم‌ترین دلیل کاهش تعداد دانه در غلاف تحت تاثیر افزایش تراکم بوته است که میزان مواد فتوسنتزی تولیدی در تراکم‌های زیاد بدلیل کاهش جذب نور کم می‌شود، این عامل منجر به سقط دانه‌ها و در نتیجه کاهش تعداد دانه در غلاف می‌گردد (۲۸)، که با یافته‌های فتحی و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی دارد (۱۷). همچنین نتایج گویای این مطلب بود که رقم هایولا ٤۰۱ با میانگین ۲۱/۱۸ دارای تعداد دانه در غلاف بیش‌تری نسبت سایر ارقام بود (جدول ٤). اگرچه با رقم آگامکس به لحاظ آماری تفاوت چندانی را نشان نداد. بالاتر بودن تعداد دانه در غلاف در رقم هایولا ٤۰۱ بدلیل تشکیل غلاف‌های بیشتر در این رقم نسبت به سایر ارقام می‌باشد از طرفی وجود تعداد دانه‌های بیشتر در غلاف‌ها باعث می‌شود مواد فتوسنتزی تولید شده بیشتر ذخیره گردد و عملکرد دانه افزایش یابد (۳). سینا و رامئه (۲۰۱۲) نیز اظهار داشتند که رقم هایولا ٤۰۱ بیشترین تعداد دانه در غلاف را به خود اختصاص داده است (۳۷).

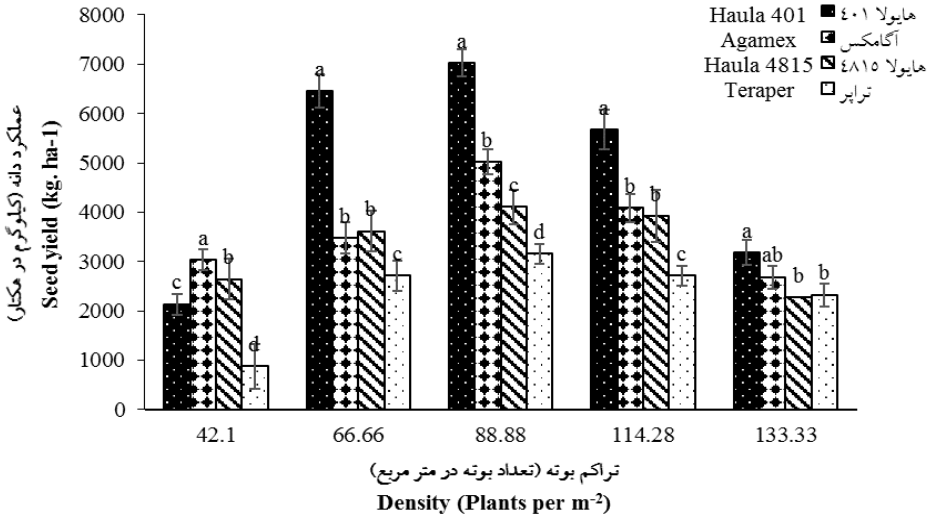
وزن هزار دانه: نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اندازه‌گیری وزن هزار دانه نشان داد که در سطح احتمال یک درصد اثر اصلی تراکم و رقم کلزا معنی‌دار بود (جدول ۳). در حالی که برهمکنش تراکم و رقم تاثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه کلزا نداشت (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین مربوط به اثر اصلی تراکم بوته نشان داد که بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به‌ترتیب با میانگین‌های ٤/۲٤ و ۳/۰۰ گرم در تراکم ۸۸/۸۸ و ۱۳۳/۳۳ بوته در متر مربع بدست آمد (جدول ٤). همچنین نتایج مقایسات میانگین مربوط به اثر اصلی رقم نیز نشان داد که ارقام هایولا ٤۰۱، آگامکس و هایولا ٤۸۱٥ به‌ترتیب با میانگین‌های ۳/۹۰، ۳/۷٦ و ۳/۷٥ گرم وزن هزار دانه بالاتری نسبت به رقم تراپر (۳/۲٥ گرم) داشتند (جدول ۳). در گیاه کلزا دیده شده که با کاهش تعداد دانه و خورجین، وزن دانه‌های باقیمانده افزایش می‌یابد (٤۱)، یعنی مواد منتقل شده به دانه بین دانه‌های کمتری تقسیم شده و سهم هر دانه نسبت به زمانی که تعداد دانه بیشتر می‌باشد؛ مقدار بیشتر است. طبق نتایج این پژوهش این جزء از عملکرد با عملکرد دانه، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد زیستی و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داشت (جدول ٥). علاوه‌بر آن رقم هایولا ٤۰۱ نیز رکورددار بالاترین میزان وزن هزار دانه بود که با ارقام آگامکس و هایولا ٤۸۱٥ تفاوت آماری چندانی را نشان نداد (جدول ٤). که این تفاوت وزن هزار دانه در بین ارقام مختلف مربوط به تفاوت‌های ژنتیکی موجود بین ارقام مورد بررسی می‌باشد که با نتایج سایر پژوهشگران همخوانی دارد (٤، ۳٦). بر اساس نتایج در تراکم‌های بالاتر از ۸۸/۸۸ بوته در متر مربع روندی نزولی در میزان وزن هزار دانه رویت شد. در همین راستا طباطبایی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که با افزایش تراکم بوته، وزن هزار دانه

www.SID.ir

Archive of SID

کلزا کاهش معنی‌داری یافت که این نتایج پیش از این نیز توسط سیادت و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است (۳۸ و ۳۶). در تراکم‌های زیاد، به دلیل افزایش تنفس جامعه گیاهی و نیز کوتاه شدن دوره پر شدن مؤثر دانه که هر دو رشد دانه را محدود می‌سازند، وزن هزار دانه کاهش یافته است. در بین ارقام مورد بررسی در این آزمایش نیز، رقم هایولا ٤٠١ بیشترین تعداد غلاف در بوته را به خود اختصاص داد (جدول ٤). نتایج حاصله از تحقیقات دیگر نیز موید این مطلب بود که بین ارقام از لحاظ تعداد غلاف در بوته اختلاف معنی‌داری وجود دارد و به عبارتی تعداد غلاف در بوته به رقم بستگی دارد (۲۷).

عملکرد دانه: با استناد به نتایج به‌دست آمده مشخص شد که اثرات اصلی رقم و تراکم بوته و برهمکنش این دو، تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). در تمامی تراکم‌های مورد بررسی به جزء تراکم ٤٢/١٠ بوته در متر مربع، رقم هایولا ٤٠١ بالاترین مقدار را دارا بود (شکل ۵). بالاتر بودن عملکرد دانه در تراکم ۸۸/۸۸ بوته در متر مربع نسبت به چهار تراکم دیگر احتمالا بدلیل تعداد غلاف بیشتر در سطح و در نتیجه تعداد دانه در غلاف بیشتر در این تراکم می‌باشد (جدول ٤). همچنین این تراکم با ایجاد پوشش سبز بیشتر در واحد سطح احتمالا توانسته بطور کارآمدتری از تشعشع خورشید در جهت تولید عملکرد اقتصادی بهره‌برداری کند.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته بر عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا

(استاندارد ارور مقدار انحراف تکرارها از میانگین آن تیمار می‌باشد)

Figure 5- Mean comparison interaction effect of plant density on grain yield of different rapeseed varieties (Error bar: the division value of repetitions from means of each treatments)

افزایش تراکم بوته از طریق کاهش تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد غلاف در بوته، باعث کاهش عملکرد دانه در تک‌بوته می‌شود، اما افزایش مطلوب تراکم منجر به جبران کاهش شاخه‌های فرعی و اجزای عملکرد گیاه از طریق افزایش تعداد بوته خواهد شد. همچنین براساس نتایج بدست آمده برای صفات سبزینگی، طول دوره گلدهی، روز تا پایان گلدهی که در اثر افزایش تراکم بوته کاهش یافته بود (شکل ۱، ۲ و ۳) می‌تواند دلیلی برای کاهش عملکرد و اجزای عملکرد کلزا باشد چرا که با کاهش هریک از صفات فوق عملکرد تاثیر منفی و مستقیمی می‌پذیرد و کاهش می‌یابد. در همین راستا جوزی و

www.SID.ir

Archive of SID

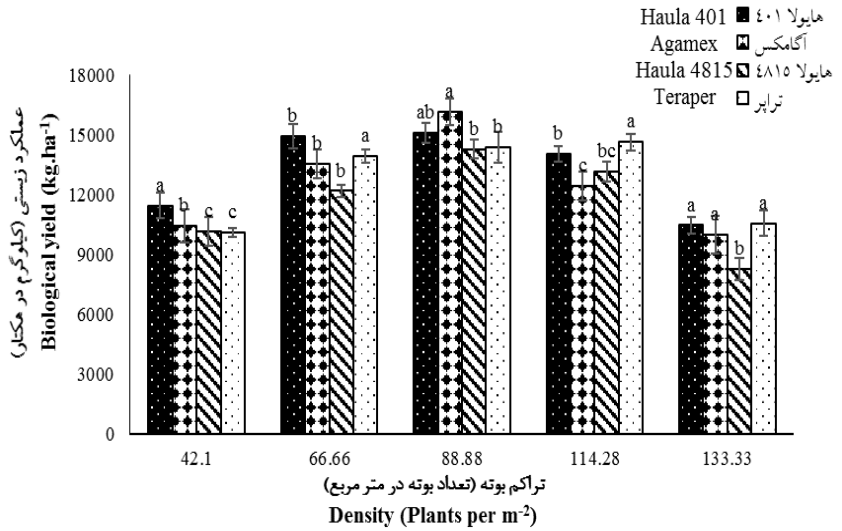
همکاران (۲۰۱۳) اظهار داشتند که افـزایش تـراکم تـا ۱۰۰ بوته در متر مربع موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا گردید. همچنـین گـزارش کردنـد کـه رقـم هایولا ٤٠١ بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (۲۲)، که با نتایج ایـن تحقیـق همسـو مـی‌باشـد. طباطبایی و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت (۱، ۱۰ و ۲۰ شهریور ماه) و تراکم‌های مختلف (٤٤، ٦٧ و ۱۳۳ بوته در متر مربع) روی ارقام طلائیه، اُکاپی و لیکورد کلزا اظهار داشتند که افـزایش تراکم بوته صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعـداد غـلاف در متر مربع، عملکرد دانه را افزایش و درصـد روغـن را کاهش داد (۳۸).

عملکرد زیستی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات اصلی تراکم، رقم و همچنین اثـر متقابـل دو عامل تاثیر معنی‌داری بر عملکرد زیستی داشت (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسات میانگین ارائـه شـده در شکل ٦ واکنش ارقام مختلف به تراکم بوتـه متفـاوت بود؛ به طوری که در تراکم‌های ٤۲/۱۰ و ٦٦/٦٦ بوتـه در متر مربع، رقم هایولا ٤٠١ مقدار بالاتری نسبت بـه سایر ارقـام دارا بـود ولـی در تـراکم‌هـای ۱۱٤/۲۸ و ۱۳۳/۳۳ بوته در متر مربع، مقدار عملکـرد زیسـتی در رقم تراپر بالاتر از سایر ارقام بود. در بین تـراکم‌هـای مورد بررسی در این پژوهش، تـراکم ۸۸/۸۸ بوتـه در متر مربع نسبت به سایر تراکم‌ها برای هر چهـار رقـم شرایط مطلوبتری داشته و مقدار عملکرد زیستی برای ارقام هـایولا ٤٠١، آگـامکس، هـایولا ٤۸۱۵ و تراپـر به‌ترتیـب برابـر بـا ۱۵۰۹۹، ۱٦۱۵۰، ۱٤۲۸۵، ۱٤۳٥٦ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (شکل ٦). تفاوت بـین ارقام در عملکرد زیستی نشان می‌دهد که واکنش ارقام مورد بررسی به پتانسیل ژنتیکی آنها و سپس عوامل به زراعی (تراکم گیاهی) مربوط می‌شود (۱۷). همچنـین افزایش تراکم تا حدی سبب بالارفتن عملکرد می‌شود سپس به علت افزایش رقابـت درون گونـه‌ای کـاهش می‌یابد. تراکم مطلوب و ایده‌آل بـدلیل افـزایش مـاده خشک و سطح برگ مناسب، سبب افـزایش عملکـرد زیستی می‌شود (۳). طباطبایی و همکاران (۲۰۱۳) بـا بررسی اثر تاریخ‌هـای مختلـف کاشـت (۱، ۱۰ و ۲۰ شهریور ماه) و تراکم‌های مختلف (٤٤، ٦٧ و ۱۳۳ بوته در متر مربع) روی ارقام طلائیه، اُکاپی و لیکورد کلـزا اظهار داشتند که افزایش تراکم بوته صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد غلاف در متر مربع، عملکرد زیستی و دانه را افزایش و درصد روغن را کاهش داد (۳۸). زاهد و همکاران (۲۰۱۱) بیان داشتند کـه بـا افـزایش تـراکم عملکرد زیستی تک بوته گندم کـاهش مـی‌یابـد؛ امـا عملکرد زیستی در واحد سطح افزایش پیدا می‌کند، آن‌ها همچنین افزایش عملکرد زیستی در تراکم بالا را به تعداد بیش‌تر پنجه بارور در واحد سطح نسبت دادنـد. باور (۲۰۰۸) و دونالدسـون و همکـاران (۲۰۰۱) نیـز گزارش کردند که با افزایش تـراکم، عملکـرد زیسـتی به‌صورت خطی افزایش می‌یابد (۷، ۱۲). حمزه‌ئـی و همکاران (۲۰۱٥) افزایش عملکـرد زیسـتی را در اثـر افزایش تراکم بوته به افزایش شاخص سـطح بـرگ و استفاده بهتر از نور خورشید و سایر منابع طـی فصـل رشد و افزایش فتوسنتز نسبت دادنـد؛ امـا آن‌هـا بیـان داشتند که اصلی‌ترین دلیل افزایش عملکرد زیستی در تراکم بالاتر مربوط به افـزایش تعـداد بوتـه در واحـد سطح است.

شاخص برداشت: نتایج به‌دست آمده از این پـژوهش مؤید این موضوع است کـه شـاخص برداشـت کلـزا تحت تاثیر اثرات اصلی تراکم و رقم قرار گرفت؛ ولی اثر متقابل تراکم و رقم نتوانست تـاثیر معنـی‌داری بـر صفت مذکور بگذارد (جدول ۳). با افزایش تـراکم تـا ۸۸/۸۸ بوته در متر مربع، شاخص برداشت کلـزا نیـز افزایش یافت و بیشـترین و کمتـرین میـزان شـاخص برداشت به‌ترتیب در تراکم‌های ۸۸/۸۸ و ۱۳۳/۳۳ بوته در متـر مربـع بـا میـانگین ٥۹/۱۹ و ۳٥/٥۱ درصـد به‌دست آمد (جدول ٤).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم بوته بر عملکرد زیستی ارقام مختلف کلزا

(استاندارد ارور مقدار انحراف تکرارها از میانگین آن تیمار می‌باشد)

Figure 6- Mean comparison interaction effect of plant density on biological yield of different rapeseed varieties (Error bar: the division value of repetitions from means of each treatments)

همچنین رقم هایولا ٤٠١ با ٥٦/٠٣ درصد بیشترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داد که با رقم‌های هایولا ٤٨١٥ و تراپر در یک گروه آماری قرار گرفتند. اما رقم آگامکس با میانگین ٤١/٧٧ درصد کمترین شاخص برداشت دانه را داشت (جدول ٣). در مطالعات جوزی و همکاران (٢٠١٣) نیز رقم هایولا ٤٠١ بیشترین شاخص برداشت را داشته است (٢٢). افزایش شاخص برداشت، نشان‌دهنده توانایی بیشتر گیاه، در انتقال و اختصاص بیشتر مواد پرورده به مقصد یا محل ذخیره مواد فتوسنتزی است و یکی از شاخص‌های مورد استفاده، جهت ارزیابی کارایی تقسیم ماده خشک گیاه زراعی معرفی می‌گردد (٥). نتایج این پژوهش نیز دال بر همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص برداشت با عملکرد دانه دارد (جدول ٥). عملکرد دانه بالاتر، از تراکم‌هایی به‌دست می‌آید که دارای وزن خشک بیشتری می‌باشند. در اثر افزایش رشد اندام‌های هوایی گیاه در تراکم‌های بالاتر، رشد اندام‌های رویشی و زایشی به یک نسبت مشخص بوده است و این بدین معنی است که تولید دانه در کلزا تابع رشد رویشی است و به‌همان نسبت که رشد رویشی بالاتر می‌رود عملکرد دانه بیشتر افزایش می‌یابد؛ به‌عبارت دیگر در چنین شرایطی سهم مواد فتوسنتزی اختصاص یافته به دانه بیشتر است. آردوینی و همکاران (٢٠٠٦) معتقدند که با افزایش تراکم از ٢٠٠ به ٢٥٠ و ٤٠٠ بوته در متر مربع به‌ترتیب شاخص برداشت گندم معادل ٣٢، ٣٤ و ٣٥ درصد بوده است که این بوسیله کاهش وزن خشک تمام اندام‌های گیاهی در تراکم‌های بالاتر و افزایش عملکرد آن‌ها توجیه شد (٤). اما با افزایش تراکم بالاتر از ٨٨/٨٨ بوته در متر مربع، شاخص برداشت روندی نزولی یافت (جدول ٤). افزایش تراکم گیاهی فراتر از حد مطلوب و کاهش شاخص برداشت می‌گردد، و این کاهش شاخص برداشت به خاطر کاهش تشعشع در جوامع گیاهی با تراکم بالاست (١٢).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کلزا تحت تیمارهای تراکم

Table 5- Correlation coefficients between yield and yield components of rapeseed cultivars under drought treatments

	عملکرد دانه Seed yield (y_1)	شاخص برداشت Harvest index (y_2)	تعداد شاخه فرعی Number of branches (y_3)	تعداد غلاف در بوته Number of pod per plant (y_4)	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod (y_5)	وزن هزار دانه 1000 Seeds weight (y_6)	عملکرد زیستی Biological yield (y_7)	سبزینگی SPAD (y_8)	ارتفاع بوته Plant height (y_9)	طول دوره گلدهی Flowering duration (y_{10})	تعداد روز تا پایان گلدهی No. of days to the end of flowering (y_{11})
y_1	1										
y_2	0.47**	1									
y_3	0.39**	0.005ns	1								
y_4	0.55**	0.19ns	0.57**	1							
y_5	0.62**	0.19ns	0.43**	0.55**	1						
y_6	0.53**	0.17ns	0.31*	0.36**	0.47**	1					
y_7	0.72**	-0.16ns	0.45**	0.50**	0.57**	0.50**	1				
y_8	0.23ns	0.15*	0.39**	0.34ns	0.11ns	0.02ns	0.11ns	1			
y_9	0.19ns	-0.001ns	0.004ns	0.23ns	0.14ns	0.44**	0.33**	-0.18ns	1		
y_{10}	-0.14**	-0.004ns	-0.44**	-0.42**	-0.47**	-0.37**	-0.53**	-0.27**	-0.29ns	1	
y_{11}	0.23ns	0.08ns	0.44**	0.31*	0.10ns	0.02ns	0.21ns	0.5**	0.14ns	-0.18 ns	1

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده غیرمعنی‌داری و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

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

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصله از این تحقیق نشان داد که میزان بذر مصرفی و رقم روی عملکرد و اجزای عملکرد کلزا تأثیر معنی‌داری دارد. با انتخاب رقم مناسب می‌توان به عملکرد قابل قبول دست یافت. در بین ارقام مورد بررسی رقم هایولا ۴۰۱ دارای بیشترین تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و زیستی گردید. بر اساس نتایج پژوهش حاضر تراکم بوته مطلوب برای ارقام مورد بررسی، تراکم ۸۸/۸۸ بوته در مترمربع می‌باشد. بنابراین بر اساس نتایج این بررسی، جهت دستیابی به بیشترین عملکرد دانه کلزا در منطقه مورد آزمایش، استفاده از رقم هایولا ۴۰۱ با تراکم ۸۸/۸۸ بوته در مترمربع می‌تواند مؤثر واقع شود.

References

1. Ahmadi, B., Shirani Rad, A.H., and Khorgami, A. 2014. The effect of plant population densities and cultivars on forage yield, qualitative traits and growth indices in canola forage (*Brassica napus* L.). Eur. J. Zool. Res., 3: 1. 62-70.
2. Aien, A. 2008. Study on yield potential of advanced rapeseed varieties in Jiroft area. Pajouhesh Sazandegi, 20: 119-124. (In Persian with English abstract)
3. Arasteh, E., and Farnia, A. 2013. Investigation the effect of drought tension and plant density on quality and quantity characteristics of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars in Lorestan climate conditions. Crop Physiol. J., 5: 19. 99-111. (In Persian with English abstract)
4. Arduini, I., Masoni, A., Ercoli, L., and Mariotti, M. 2006. Grain yield, and dry matter and nitrogen accumulation and remobilization in durum wheat affected by variety and seeding rate. Eur. J. Agro. 25: 309-318.
5. Azizi, Kh., Mirzavand, K., and Draiifard, A.R. 2011. The effects of different fertilization methods on seed yield and yield components of lentil (*lens culinaris*) under Khorramabad

www.SID.ir

Archive of SID

climatic condition. Iran. Agro. Sci., 2:4. 15-22. (In Persian with English abstract)
6. Bagheri, M., and Safahani, A.R. 2010. Evaluation of sowing date and plant density on quantitative and characteristics of two canola cultivars. Plant Product. Sci. 2: 4. 23-35. (In Persian with English abstract)
7. Bavar, M. 2008. Effects of planting date and density on growth indices, yield and yield components of barley. M.Sc. Thesis in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. 84 p. (In Persian with English abstract)
8. Cavero, J., Gil Ortega, R., and Gutierrez, M. 2001. Plant density affects yield, yield components, and color of direct-grained paprika pepper. Hort. Sci. 36: 1. 76-79.
9. Chapman, J.E., Daniels, W., and Scarisbrick, D.H. 1984. Field studies on C assimilation fixation and movement in oilseed rape (*Brassica.napus* L.). J. Agri. Sci. 102: 23-31.
10. Danesh Shahrkari, A.A.R., Kashani, A., Mesgarabashi, M., Nabipour, M., and Kouhi Dehkordi, M. 2008. The effect of plant Densities and Time of nitrogen application on some agronomic characterictic of Rapeseed. Pajouhesh. Sazandegi. 21: 2. 10-17. (In Persian with English abstract)
11. Daneshmand, A.R., Nickhah Kuchaksarayy, H., Goldoust, M. and Moradpoor, S. 2012. Study of the Quantitative and qualitative yield of rapeseed (*Brassica napus* L. var Huola 401) in different rates of nitrogen and plant density condition. J. Res. Crop. Sci., 4: 16. 103-116. (In Persian with English abstract)
12. Donald, C.M., and Hamblin, J. 1976. The biological yield and harvest index of cereal as agronomic and plant breeding criteria. Adv. Agron. 28: 361-405.
13. Donaldson, E., Schillinger, F.W., and Dofing, S.M. 2001. Straw production and grain yield in relationships winter wheat. Crop Sci. 41: 100-106.
14. Epplin, F.M., Hossain, I., and Krenzer, E.G. 2000. Winter wheat fall winter forage yield and grain yield response to planting date in dual-purpose system. Agric. System, 63: 161-173.
15. Eskandari Torbaghan, M. 2015. Effect of seed rate on grain yield and some agronomic characteristics of rapeseed in spring planting in dryland conditions. Environ. Stress. Crop. Sci. 8: 2. 149-158. (In Persian with English abstract)
16. Faraji, A. 2013. The role of yield components to determine seed yield of canola (*Brassica napus* L.) in Gonbad area. J. Plant Product. 20: 2. 217-233.
17. Fathi, GH. 2008. Grain yield response of three rapeseed cultivars to different plant densities. Iran J. Field. Crop. Sci. 39: 1. 1-10. (In Persian with English abstract)
18. Ghiasy-Oskoee, M., Aghaalikhani, M., Sefidkon, F., Mokhtassi-Bidgoli, A., and Ayyari, M. 2018. ffects of nitrogen rate and plant density on grain yield and nitrogen use efficiency of blessed thistle (*Cnicus benedictus* L.). Crop. Improve., 20: 3. 643-654.
19. Hajazy, A. 1998. Effect of plant density on yield and yield components of fall canola in Karaj and Varamin environments. Paghouash Sazandegi, 40: 25-29. (In Persian with English abstract)
20. Hamzehaye, J., Seyedi, M., and Babaei, M. 2015. Effect of density and nitrogen on seed quantity and quality of winter rapeseed in Hamedan conditions. Crop. Produc. 8: 1. 143-159. (In Persian with English abstract)
21. Jabbari, H., Khosh kholgh Sima, N.A., Akbari, GH.A., Allahdadi, I., Shirani rad, A.H., and Hamed, A. 2016. Study of root system relationship with water relations in Rapeseed under drought stress conditions. J. Crop. Improve. 18: 1: 1-15. (In Persian with English abstract)
22. Joozi, S., Sadeghi, M., and Tohidi, M. 2013. Effect of plant density on grain yield components of three rapeseed hybrids under Dezful climate. J. Manage Sys. 7: 1. 1-9. (In Persian with English abstract)
23. Kazemeini, S.A., Edalat, M., Shekoofa, A., and Hamidi, R. 2010. Effects of

www.SID.ir

Archive of SID

nitrogen and plant density on rapeseed (*Brassica napus* L.) yield and yield components in Southern Iran. J. Applied. Sci. 10: 1461-1465. (In Persian with English abstract)
24. Khan, SH., Anwar, S., Kuai, J., Noman, A., Shahid, M., Din, M., Ali, A., and Zhou, G. 2018. Alteration in yield and oil quality traits of winter rapeseed by lodging at different planting density and nitrogen rates. Sci. Reports. 1-13
25. Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Moradi, R., and Mansoori, H. 2014. Optimizing water, nitrogen and crop density in canola cultivation using response surface methodology and central composite design. Soil. Sci. Plant. Nutr. 60: 2. 286-298. (In Persian with English abstract)
26. Kuchtova, P., and Vasak, J. 1998. The effect of nitrogen and phosphorous fertilization and plant population on *Brassica campestris*. Field. Crop. Sci. 63: 93-103.
27. Leach, J.E, Stevenson, H.J. Roinbow, A.J., and Mullen. L.A. 1999. Effects of high plant population on the growth and yieldof winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. 132: 2. 173-180.
28. Matinfar, M., Mahjoor, M., Shirani Rad, A.H., and Mahmmadi, R. 2013. Effect of Plant Density on Yield and Yield Seed Components of Rapeseed (*Brassica napus* L.) Cultivars. Crop. Ecophysiol. J. 6: 4. 405-414. (In Persian with English abstract)
29. Mondal, M.R.I., and Wahhab, M.A. 2001. Production technology of oil crops. Oilseed Research Center. Bangladesg J. Agri. Sci. 20: 1. 29-33.
30. Morrison, M., Mcvetty, P., and Scarth, R. 1995. Effect of altering plant density on growth charcteristics of summer rape. Can. J. Plant Sci. 70: 139-149.
31. Mujtaba, M., and Imran, R. 2003. Impact of row spacing and fertilizer levels (*Diammonium phosphate*) on yield and yield components of canola. Asian J. Plant. Sci. 26: 234-456.
32. Prasad, S., and Shakla, D.N. 1991. The response of nitrogen and plant population on growth and yield, percent oil seed of *Brassica napus*. Can. J. Plant Sci. 38: 283-291.
33. Ranjbar, H., Shoja, M.R., Samei, H., Pirasteh-Anosheh, H., and Salar, M.R. 2015. Influence of planting method and density on yield, yield components and oil percentage of rapeseed in different tillage systems. J. Plant. Ecophysiol. 7: 23. 95-103. (In Persian with English abstract)
34. Rao, M.S.S., and Mendham, N.J. 1991. Camparion of chinoil (*Brassica campestris* sub sp. *olifera* sub sp. *chinesis*) and *B. napus* oil seed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. Agric. Sci. 117: 177-187.
35. Safahani Langeroudi, A., and Bagheri, M. 2014. Evaluation of sowing date and plant density on growth and seed yield of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars in Gorgan's climatic condition. J. Crop. Breed. 6: 2. 59-69. (In Persian with English abstract)
36. Siadat, S.A., Sadeghipour, O., and Hashemi Dezfoli, A. 2010. Effect of nitrogen and plant density on yield and yield components of rapeseed. J. of Crop. Product. Res. 2: 1. 49-61. (In Persian with English abstract)
37. Sina, V. and Rameeh, V. 2012. Effect of seeds rates on yield and yield components of three rapeseed (*Brassica napus* L.) varieties in Neka, Mazandaran. Agroecology. J. 3: 4. 500-505. (In Persian with English abstract)
38. Tabatabai, S.A., Hosseini, S.M., Teymori, G.H., and Shakeri, E. 2013. Effect of sowing date and plant density on yield and yield components of canola cultivars in Eghlid region. Crop. Product. Res. 5: 2. 121-133. (In Persian with English abstract)
39. Taghinezhad, J. 2017. Comparison of technical and economical effect of different planters using varied seed rates on canola yield in moghan region. J. Agric. Mach., 7: 2. 527-535. (In Persian with English abstract)
40. Yantai, G., Harker, K.N., Kutcher, H.R., Gulden, R.H., Irvine, B., May, W.E., and O'Donovan, J.T. 2015. Canola seed yield and phenological responses to

www.SID.ir

Archive of SID

plant density. Can. J. Plant Sci. 96: 151-159.

41. Yates, D.J., and Steven, M.D. 1987. Reflection and absorption of solar radiation by flowering canopies of oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. 109: 495-502.
42. Yazdifar, SH., and Ramea. V. 2009. Effects of row spacing and seeding rates on some agronomical traits of spring canola (*Brassica napus* L.) cultivars. J. Central Eur. Agric. 10: 1. 115-122.
43. Zahed, M., Galeshi, S., Latifi, N., Soltani, A., and Calate, M. 2012. The effect of plant density on seed yield and yield components in modern and old wheat cultivars. Crop. Product. 4: 1. 201-215. (In Persian with English abstract)

www.SID.ir