آماده انتشار

ارزیابی صفات مرفولوژیک و اجزای عملکرد و رابطه آن با عملکرد دانه در ارقام کلزا (*Brasica napus* L.) تحت شرایط کشت نشایی و مستقیم در تراکم‌های مختلف

ارزیابی صفات مرفولوژیک و اجزای عملکرد و رابطه آن با عملکرد دانه در ارقام کلزا (***Brasica napus*** L.) تحت شرایط کشت نشایی و مستقیم در تراکم‌های مختلف

جعفر اسماعیل نژاد[۱]،ابولفضل فرجی[۱ ۲]، محمدرضا داداشی[۳]، حسن مختار پور[۴]

۱*: عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی گلستان، 0791719340@iua.ir

۲: دانشجوی دوره کارشناسی ارشد گروه زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان. مسئول مکاتبه مقاله

۳. گروه کشاورزی،واحد گرگان،دانشگاه آزاد اسلامی،گرگان،ایران

۴: عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی منابع طبیعی گلستان

Evaluation of morphological traits and yield components and its relationship with seed yield in rapeseed cultivars (*Brasica napus* L.) under direct and transplanting cultivation conditions at different densities.

Jafar Ismailnejad [1] ,Abolfazl Faraji [2], Mohammad reza Dadashi [3], Hassan Mukhtarpour [4]

2: Master's student of the Department of Agriculture, Islamic Azad University, Gorgan branch

0791719340@iau.ir

1*: Faculty member of Golestan Natural Resources Agricultural Research and Training Center, responsible for correspondence of the article. abolfazlfaraji@yahoo.com

3. Department of Agriculture, Go.C., Islamic Azad University, Gorgan, Iran

4: Faculty member of Golestan Natural Resources Agricultural Research and Training Center

[1] مسئول مکاتبه مقاله **abolfazlfaraji@yahoo.com**

[2] Corresponding Author. **abolfazlfaraji@yahoo.com**

چکیده

سابقه و هدف.: از آنجایی که بیش از ۹۰ درصد روغن مصرفی در کشور از طریق واردات تامین می‌گردد، لازم است که توسعه کشت گیاهان دانه روغنی و افزایش عملکرد آن‌ها بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد. کلزا به دلیل ریز بودن بذرهای آن حساسیت زیادی به عمق کاشت و کیفیت بستر کاشت طی فرآیند جوانه‌زنی و سبز شدن در مزرعه دارد، از این رو کشت نشایی یکی از راه‌های افزایش عملکرد در کلزا می باشد.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی برخی از صفات مورفولوژیک، اجزای عملکرد دانه و رابطه آنها با عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا تحت شرایط کشت نشایی و مستقیم در تراکم‌های مختلف، آزمایشی در دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان به‌صورت اسپلیت پلات-فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرارو ۳ فاکتور انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل: ۱- روش کاشت، ۲- تراکم بوته و ۳- رقم بود. فاکتور اول اصلی روش کاشت در ۵ سطح،۱) کشت مستقیم بذر در مزرعه هم‌زمان با کشت بذر در سینی نشا، ۲) کشت مستقیم بذر در مزرعه هم‌زمان با انتقال نشا به مزرعه، ۳) کشت نشای تک بوته‌ای، ۴) کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر و ۵) کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر بود، فاکتور فرعی اول تراکم بوته در ۲ سطح ۳۰ و ۶۰ بوته در متر مربع و فاکتور فرعی دوم رقم در دو سطح رقم هایولا ۵۰ و دلگان بود.

یافته‌ها: نتایج این آزمایش نشان داد اثر رقم، روش کاشت، تراکم و اثر متقابل روش کاشت و رقم و اثر متقابل روش کاشت و تراکم بر صفات مورفولوژیک از جمله ارتفاع بوته، قطر ساقه و درصد خوابیدگی در گیاه کلزا معنی‌دار بود، نتایج نشان داد در رقم دلگان در تمام روش‌های کاشت ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین از رقم هایولا ۵۰ بیشتر بود و کشت نشایی تک بوته در مزرعه نسبت به روش‌های کشت دیگر دارای ارتفاع بوته بیشتر و درصد خوابیدگی کمتری بود. همچنین اثر رقم، روش کاشت، تراکم و اثر متقابل روش کاشت و رقم و اثر متقابل تراکم و روش کاشت بر اجزای عملکرد دانه (تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته) و عملکرد دانه در گیاه کلزا معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار کشت نشای تک بوته‌ای و رقم دلگان مشاهده شد که برابر ۳۹۴۰/۹ کیلوگرم در هکتار بود و بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت و تراکم، در بین روش‌های مختلف کاشت روش کشت نشای تک بوته‌ای منجر به بیشترین عملکرد دانه در هر دو تراکم ۳۰ و ۶۰ بوته در متر مربع شد که به ترتیب در تراکم‌های ۳۰ و ۶۰ بوته در متر مربع عملکرد دانه برابر ۳۷۵۶/۶ و ۳۹۴۰/۹ کیلوگرم در هکتار بود.

نتیجه‌گیری: به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش باید بیان کرد برای موفقیت در کشت کلزا در منطقه گرگان استفاده کشت نشایی تک بوته، رقم دلگان و تراکم ۳۰ بوته در متر مربع بسیار مفید می‌باشد و می‌تواند تاثیر معنی داری بر عملکرد دانه نسبت به کشت مستقیم کلزا داشته باشد.

کلمات کلیدی: ارتفاع بوته، تراکم، رقم، عملکرد دانه، قطر ساقه، کلزا.

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان دانه روغنی در ایران و جهان به شمار می‌رود. بر اساس گزارش دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸، ۸/۳۲ درصد از سطح برداشت محصولات صنعتی کشور به کلزا اختصاص یافت (۱). میانگین عملکرد کلزا در سال زراعی ذکر شده در کشت آبی ۱۳۴۸ و در کشت دیم ۹۲۲ کیلوگرم در هکتار بود که رقم بسیار پایینی به شمار می‌رود (۲). با توجه به وابستگی زیاد ایران به تامین روغن مصرفی از طریق واردات (حدود ۹۰ درصد) و نیز به دلیل عملکرد پایین دانه‌های روغنی از جمله کلزا در کشور، شناخت مجموعه عواملی که در ایجاد خلاء عملکرد نقش دارند و دست‌یابی به عملکردهای مطلوب را غیر ممکن می‌سازند بسیار ضروری می‌باشد. یکی از مهم‌ترین مشکلاتی که در اراضی تحت کشت کلزا مشاهده می‌شود، عدم حصول تراکم مطلوب در سطح مزرعه و در نتیجه عدم استفاده بهینه از منابع موجود می‌باشد. یکی از موانع اصلی جهت دست‌یابی به تراکم مطلوب و پوشش یکنواخت در مزرعه بدسبزی کلزا است که به واسطه ریز بودن بذرهای آن، تنظیم نبودن ادوات کاشت، کشت سنتی (دست‌پاشی بذر)، و نامطلوب بودن کیفیت بستر بذر رخ می‌دهد. گیاه کلزا به دلیل داشتن بذرهای ریز حساسیت زیادی به عمق کاشت و کیفیت بستر کاشت دارد (۳ و ۴). قرار گرفتن بذرها در عمق‌های مختلف به دلیل تنظیم نبودن ادوات کشت و یا ناهمواری‌های بستر کشت، می‌تواند منجر به عدم سبز شدن یکنواخت و کاهش تراکم بوته در مزرعه شود. همچنین، در برخی موارد برداشت دیرهنگام محصولات تابستانه باعث تاخیر در کشت کلزا می‌شود که این موضوع نیز از طریق کاهش طول دوره رشد، کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت. یکی ازمهم‌ترین راهکارهایی که در جهت رفع این مشکلات می‌توان ارائه نمود، کشت کلزا به طور غیر مستقیم و از طریق انتقال نشا به مزرعه می‌باشد (۵ و ۶).

نشاکاری عبارتست از کاشتن بذر و تولید گیاهچه در زمین دیگری به غیر از زمین اصلی و انتقال گیاهچه‌های رشد یافته در خزانه به زمین اصلی (۷). دست یافتن به پوشش گیاهی یکنواخت و خنثی نمودن عواملی که منجر به تاخیر در کاشت محصول مورد نظر می‌شوند از مهم‌ترین مزایای نشاکاری محسوب می‌شود (۸). کاهش حجم آب مصرفی و افزایش کارایی مصرف آن، کنترل موثرتر آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز و افزایش کارایی در واحد سطح از دیگر مزایای نشاکاری به

شمار می‌روند (۹ و ۱۰). با توجه به مطالعات پیشین، نشاکاری به دلیل افزایش طول فصل رشد موثر و تامین تراکم مطلوب در مزرعه منجر به افزایش عملکرد در گیاهان مختلف شد. برای مثال، راهنما و بخشنده (۲۰۰۵) در کلزا، ایزدخواه شیشوان و همکاران (۲۰۰۹) در پیاز، Karve (۲۰۰۳) در پنبه، نوربخشیان (۲۰۰۰) در برنج، عملکرد بالاتری را در کشت نشایی در مقایسه با کشت مستقیم گزارش کردند. علت اصلی دست‌یابی به تراکم مورد نظر در کشت نشایی اطمینان از حضور گیاهچه در هر نقطه کاشت می‌باشد، زیرا به جای بذر که ممکن است در صورت مواجه شدن با شرایط نامطلوب سبز نشود، از نشاهایی استفاده می‌شود که قبلا از طریق کاشت بذر در شرایط کنترل شده و مطلوب تولید شدند (۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴).

نشاکاری می‌تواند تضمین کننده حصول تراکم مورد نظر در مزرعه باشد. با این وجود انتخاب تراکم مناسب برای کاشت نشاها در مزرعه که شامل انتخاب مناسب فاصله بین ردیف‌های کاشت و یا فاصله بوته‌ها در روی ردیف‌های کاشت و یا هردو می‌باشد، از عوامل مهم دست‌یابی به حداکثر عملکرد از طریق استفاده بهینه از منابع موجود به شمار می‌رود (۱۵). تراکم مطلوب بوته در مزرعه باعث بهبود خصوصیات رشد، بسته شدن سریع‌تر جامعه گیاهی و دست‌یابی به حداکثر ماده خشک و عملکرد دانه می‌شود (۱۶، ۱۷ و ۱۸). تراکم‌های پایین باعث کاهش جذب تشعشع خورشیدی به‌ویژه در مراحل ابتدایی رشد، هدر رفت منابع و نیز کاهش قدرت رقابت با علف‌های هرز می‌شود (۱۹، ۲۰ و ۲۱). از طرفی، تراکم بالای بوته باعث افزایش رقابت درون گونه‌ای، عدم توزیع مناسب تشعشع خورشیدی در جامعه گیاهی، کمبود مواد غذایی و افزایش ریزش گل‌ها می‌شود (۲۲، ۲۳ و ۲۴). هر یک از این عوامل کاهش عملکرد دانه را در پی خواهد داشت.

تراکم مطلوب بسته به نوع رقم، ظرفیت تولیدی محیط و روش‌های مدیریتی متفاوت است. به عنوان مثال، حمزه‌ای و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که کمترین و بیشترین عملکرد دانه کلزا در همدان به ترتیب از تراکم‌های ۴۰ و ۶۰ بوته در متر مربع به دست آمد (۲۵). متین‌فر و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که بیشترین عملکرد کلزا در قزوین در تراکم ۸۰ بوته در متر مربع حاصل می‌شود. ایشان بیان نمودند که در تراکم پایین (۶۰ بوته در متر مربع) از ظرفیت محیطی به طور بهینه استفاده نشد که باعث کاهش عملکرد دانه و اجزای آن شد، از طرفی با افزایش تراکم از ۸۰ به ۱۰۰ بوته در متر مربع تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه و عملکرد کاهش یافتند (۲۶). کاهش عملکرد در تراکم بالا به دلیل افزایش رقابت درون گونه‌ای و کاهش بنیه بوته‌ها رخ می‌دهد (۲۷). اسکندری تربقان و اسکندری تربقان (۲۰۱۵) تراکم بهینه کلزای دیم در منطقه شیروان را ۱۶۲ بوته در متر مربع معرفی کردند (۲۸). ایلکانی و امام (۲۰۰۳) بیشترین عملکرد دانه کلزا را بسته به رقم در تراکم‌های ۵۰ و ۷۰ بوته در متر مربع مشاهده کردند. همان‌طور که گفته شد، اختلافاتی که در نتایج حاصل از مطالعات مختلف وجود دارد ناشی از شرایط متفاوت محل انجام آزمایش، روش‌های مدیریت و نوع رقم مورد کاشت می‌باشد (۲۹). ارقام مختلف کلزا از پتانسیل رشد و قدرت ترمیم فضای متفاوتی برخوردار هستند و در نتیجه تراکم مطلوب برای هر یک از آن‌ها ممکن است متفاوت باشد (۳۰). به طور کلی، ارقام مختلف کلزا از لحاظ شاخص

برداشت، عملکرد دانه و اجزای آن متفاوت از یکدیگرند که این موضوع تحت کنترل عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد (متین‌فر و همکاران، ۱۳۹۱). تحقیقات انجام شده در شرایط یکسان اختلاف بین ارقام را به خوبی آشکار نمود (۳۱ و ۳۲). با توجه به آنچه گفته شد، شناختن عوامل موثر بر عملکرد دانه کلزا و یافتن راهکارهای مدیریتی مناسب جهت دست‌یابی به حداکثر عملکرد امری ضروری می‌باشد. از این‌رو، هدف از اجرای این تحقیق مقایسه عملکرد دانه و اجزای آن در دو روش کشت نشایی و مستقیم کلزا در تراکم‌ها و ارقام مختلف در شرایط گرگان می‌باشد.

مواد و روش

به منظور مقایسه خصوصیات رشد، عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه در کلزا در دو روش کشت نشایی و کشت مستقیم، یک آزمایش اسپلیت پلات-فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان طی دو سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ و ۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل روش کاشت در پنج سطح: ۱) کشت مستقیم بذر در مزرعه هم‌زمان با کشت بذر در سینی نشا، ۲) کشت مستقیم بذر در مزرعه هم‌زمان با انتقال نشا به مزرعه، ۳) کشت نشای تک بوته‌ای، ۴) کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر و ۵) کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر به عنوان عامل اصلی، رقم در دو سطح (هایولا ۵۰ (ارتفاع بوته: ۱۳۰-۱۰۰ سانتیمتر؛ وزن هزاردانه: ۴/۵-۳/۵ گرم؛ میزان روغن دانه: ۴۷-۴۴ درصد؛ روز تا رسیدن: ۱۸۰-۱۵۰ روز؛ تیپ رشد: بهاره) و دلگان (میانگین ارتفاع بوته: ۱۳۳ سانتی‌متر؛ میانگین وزن هزاردانه: ۳/۷۷ گرم؛ میزان روغن دانه: ۴۷-۴۴ درصد؛ میانگین روز تا رسیدن: ۱۴۸ روز؛ تیپ رشد: بهاره)) به عنوان عامل فرعی اول و تراکم کاشت در دو سطح (۳۰ و ۶۰ بوته در متر مربع) به عنوان عامل فرعی دوم در نظر گرفته شد.

پس از فراهم کردن ملزومات کشت نشایی (شامل سینی نشا، چهار پایه (جهت استقرار سینی ها) ،کوکوپویت، سیستم آبیاری قطره‌ای و ....) کشت در سینی نشا انجام شد (در هر سال آزمایش اول آبان ماه). برای پر کردن سینی نشا از کوکوپیت (به دلیل بافت سبک و سهولت سبز شدن بذرها) استفاده شد و کشت بذرها برای تهیه نشا در این ترکیب صورت گرفت. کشت بذرها در سینی نشا به نحوی انجام شد که گیاهچه‌های حاصل قبل از انتقال به مزرعه به مرحله چهار برگی رسیده باشند. بدین منظور کشت بذر در سینی نشا در اوایل آبان و انتقال نشاها به مزرعه در اوایل آذر انجام شد. فاصله بین خطوط کاشت در مزرعه در روش کاشت اول و دوم ۳۰ سانتیمتر و در روش کاشت سوم، چهارم و پنجم ۵۰ سانتی‌متر لحاظ شد. فاصله بوته‌ها در روی ردیف‌های کاشت در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع در پنج روش کاشت اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم به ترتیب ۱۱، ۱۱، ۶/۶، ۱۹/۶ و ۳۳ سانتی‌متر و در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع در پنج روش کاشت اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم به ترتیب ۵/۵، ۵/۵، ۳/۳، ۹/۹ و ۱۶/۵ سانتی‌متر بود.

جدول ۱- مشخصات آب و هوایی مکان آزمایش در سال‌های آزمایش (ایستگاه هواشناسی هاشم آباد گرگان)

Table 1- Weather characteristics of the test site in the years of the test (Hashim Abad Weather Station, Gorgan)

ماه month	Temp (oc)		Rain (mm)	Temp (oc)		Rain (mm)	Temp (oc)		Rain (mm)
	Min.	Max.		Min.	Max.		Min.	Max.	
	سال ۱۳۹۷			سال ۱۳۹۶			سال ۱۳۹۸		
فروردین	09.6	21.3	35.5	*	*	*	10.0	19.4	74.7
اردیبهشت	14.1	27.1	23.5	*	*	*	13.8	26.8	51.2
خرداد	19.7	31.8	10.5	*	*	*	20.5	32.0	00.6
تیر	25.1	37.5	15.0	*	*	*	24.0	33.2	39.6
مرداد	25.6	34.8	24.8	*	*	*	23.2	33.3	07.8
شهریور	21.7	32.9	06.2	*	*	*	20.5	30.9	24.5
مهر	15.4	27.9	55.5	14.6	24.9	89.1	15.8	28.7	51.8
آبان	10.9	21.4	37.3	11.8	23.7	17.0	10.0	20.6	136.2
آذر	07.2	16.3	48.8	04.8	15.1	71.8	*	*	*
دی	03.6	14.5	126.3	05.2	14.0	60.0	*	*	*
بهمن	04.2	14.5	127.3	04.4	12.7	41.5	*	*	*
اسفند	05.6	17.4	121.4	07.3	17.8	31.7	*	*	*

جدول ۲- خصوصیات خاک محل آزمایش

Table 2- Soil characteristics of the test site

نیتروژن available nitrogen(%)	پتاسیم قابل دسترس available potassium(ppm)	فسفر قابل دسترس available phosphorus(ppm)	کربن آلی خاک soil organic carbon(%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی electrical conductivity(ds/m)	سیلت silt(%)	رس clay(%)	شن Sand (%)
0.19	187	28.7	1.53	7.8	0.9	52	38	10

صفات مورد بررسی شامل قطر ساقه، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف، درصد ورس، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بود. برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد، ۱ متر مربع از هر تکرار در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک برداشت شد و به آزمایشگاه انتقال داده شد. در آزمایشگاه پس از وزن کردن کل بوته (عملکرد بیولوژیک)، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن ۱۰۰۰ دانه اندازه‌گیری شد (لازم به ذکر است هنگام برداشتن ۱ متر مربع در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بوته‌های کلزا دارای برگ بود و اگر برگی روی زمین ریخته بود همراه با بوته‌ها جمع شدند و به آزمایشگاه انتقال داده شدند). برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، فقط غلاف‌های بوته‌های دو متر مربع از هر تکرار برداشت شد (عملکرد دانه بر اساس ۱۴ درصد رطوبت دانه) در تاریخ ۱۳۹۷/۰۳/۱۰ و ۱۳۹۸/۳/۱۳، شاخص برداشت بر اساس رابطه زیر محاسبه شد.

رابطه ۱

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{وزن دانه (گرم در بوته)}}{\text{عملکرد بیولوژیک (گرم در بوته)}}$$

در این آزمایش همچنین صفات قطر ساقه، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از زمین، تعداد شاخه گل دهنده در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک نیز اندازه گیری شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2010 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز براساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه مرکب اثر رقم، روش کاشت، تراکم بر صفات ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف نشان داد، اثر رقم، روش کاشت، تراکم، اثر متقابل روش کاشت و رقم، اثر متقابل روش کاشت و تراکم و اثر متقابل سال، روش کاشت و تراکم بر صفات ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف معنی دار بودند (جدول ۳)

جدول ۳- تجزیه مرکب اثر روش کاشت، رقم، تراکم و اثرات متقابل آنها بر خصوصیات اندازه گیری شده کلزا

Table 3- Composite analysis of the effect of planting method, variety, density and their mutual effects on the measured characteristics of canola

منابع تغییر	درجه آزادی df	شاخص برداشت HI	عملکرد بیولوژیک biological yield	عملکرد دانه seed yield	وزن هزار دانه weight of 1000 seeds	تعداد غلاف در بوته number of pods per plant	تعداد دانه در غلاف number of seeds per pod	درصد خوابیدگی percentage of sleeping	قطر ساقه stem diameter	ارتفاع اولین غلاف height of the first pod	ارتفاع Height
سال Year	1	0.006ns	142257ns	147231ns	0.098 ns	5400*	2.46ns	22.88 ns	0.57ns	11099*	19799**
تکرار (سال) (repeat (year	2	0.009	52581420	137061	0.98	112	10.58	0.14	2.79	15	10.49
روش کاشت planting method	4	0.008**	818087**	4186795**	0.072 ns	13731**	7.20 ns	30.55**	74.61**	2298**	5124**
خطا (روش کاشت) (Error (planting method	8	0.0006	1160370	87070	0.268	328	7.79	13.79	2.25	181	368.2
رقم variety	1	0.004ns	387547**	5414288**	0.593ns	17569**	16.8 ns	0.86 ns	53.46**	3934**	8085**
تراکم Density	1	0.001ns	931722**	646282**	1.960*	19314**	79.05**	48.64**	113.49**	4437**	9275**
سال×روش کاشت Year x planting method	4	0.0004ns	626688	24345ns	0.073 ns	245ns	2.27ns	0.10 ns	0.95 ns	167ns	93ns
سال× رقم year × variety	1	0.0001ns	44710ns	6670ns	0.003ns	46ns	0.003ns	0.02 ns	0.004 ns	66ns	8ns
سال × تراکم Year x density	1	0.0009ns	510852ns	8118 ns	1.293ns	226 ns	19.36ns	3.13 ns	3.99 ns	224ns	854ns
روش کاشت× رقم Planting method × variety	4	0.006**	1519628*	1877450**	0.240ns	3561**	29.49*	46.33**	2.82 ns	838**	2062**
روش کاشت× تراکم	4	0.0008ns	21671227**	989390**	0.047ns	1262*	20.48*	20.62*	19.33**	474*	1007*

Planting method × density رقم × تراکم	**1**	**0.0001ns**	**1270ns**	**12878 ns**	**0.038ns**	**753 ns**	**2.70 ns**	**0.34 ns**	**0.05 ns**	**31ns**	**2ns**
variety × density سال× روش کاشت× رقم	**4**	**0.0002ns**	**246970ns**	**2945 ns**	**0.002ns**	**1 ns**	**0.01 ns**	**0.03 ns**	**0.02 ns**	**68ns**	**9ns**
Year × planting method × cultivar سال× روش کاشت× تراکم	**4**	**0.001ns**	**360438ns**	**702399***	**0.004ns**	**1475ns**	**18.81 ns**	**5.75 ns**	**3.69 ns**	**675***	**1038***
Year × planting method × density سال× رقم × تراکم	**1**	**0.0002ns**	**218086ns**	**43247ns**	**0.013ns**	**147ns**	**1.54 ns**	**0.56ns**	**0.10 ns**	**117ns**	**42ns**
Year × number × density روش کاشت× رقم × تراکم	**4**	**0.002ns**	**443969ns**	**350541ns**	**0.213ns**	**1318ns**	**5.32 ns**	**38.17****	**3.55 ns**	**139ns**	**289ns**
Planting method × variety × density سال× روش کاشت× رقم × تراکم	**4**	**0.0001ns**	**513735ns**	**17416ns**	**0.014ns**	**147ns**	**1.80 ns**	**0.53 ns**	**0.21 ns**	**59ns**	**15ns**
Year × planting method × variety × density											
خطا **Error**	**76**	**0.001**	**356276**	**231288**	**0.37**	**924**	**11.33**	**5.83**	**3.09**	**199**	**388**
ضریب تغییرات (٪) **CV (%)**	-	**20.6**	**14.8**	**19.0**	**19.1**	**14.7**	**17.5**	**17.0**	**15.3**	**15.7**	**17.3**

بر اساس نتایج مقایسه میانگین روش کاشت و رقم بر ارتفاع بوته بیشترین ارتفاع بوته در رقم دلگان و کشت نشای تک بوته‌ای مشاهده شد که برابر ۱۶۱/۸ سانتی‌متر بود و پس از تیمار کشت نشای تک بوته‌ای و رقم دلگان بیشترین ارتفاع بوته در رقم دلگان و روش کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر مشاهده شد که برابر ۱۱۷/۱ سانتی‌متر بود، پس از آن بیشترین ارتفاع بوته در رقم هایولا۵۰ مشاهده شد که برابر ۱۱۴/۹ سانتی‌متر بود، کمترین ارتفاع بوته در هایولا ۵۰ و کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر مشاهده شد که برابر ۹۷/۶ سانتی‌متر بود، به طور کلی در تمام روش های کاشت رقم هایولا ۵۰ ارتفاع کمتری نسبت به رقم دلگان داشت (جدول ۴)، در رابطه با ارتفاع اولین غلاف نیز همانند ارتفاع بوته بیشترین ارتفاع اولین غلاف در تیمار کشت نشای تک بوته‌ای و رقم دلگان مشاهده شد که برابر ۱۲۲ سانتی‌متر بود، کمترین ارتفاع اولین غلاف در تیمار هایولا۵۰ و کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر مشاهده شد که برابر ۷۹/۵ سانتی‌متر بود (جدول ۴). نکته قابل توجه در رابطه با ارتفاع اولین غلاف این می‌باشد که در تمام تیمار های مورد مطالعه به جز تیمار رقم دلگان و کشت نشای تک بوته‌ای سایر تیمارها ارتفاع اولین غلاف کمتر از ۹۵ سانتی‌متر می‌باشد (جدول ۲). همچنین باید بیان شود روند تغییرات ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین به گونه‌ای بود که در کشت نشایی ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین بیشتر بود به خصوص در هنگام کشت نشای تک بوته که باعث افزایش ارتفاع بوته به طور معنی داری نسبت به سایر تیمارها شد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت و رقم بر صفات اندازه گیری شده کلزا

Table 4- Comparison of the average interaction effect of planting method and variety on the measured traits of canola

روش کاشت planting method	رقم Variety	شاخص برداشت HI	عملکرد بیولوژیک(کیلوگرم در هکتار) biological yield (kg/Ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) seed yield (kg/Ha)	تعداد دانه در غلاف number of seeds per pod	تعداد غلاف در بوته number of pods per plant	ارتفاع اولین غلاف (سانتیمتر) Height of the first pod (cm)	ارتفاع (سانتیمتر) Height (cm)
کشت مستقیم بذر در مزرعه همزمان با کشت بذر در سینی نشا Direct seed cultivation in the field at the same time as seed cultivation in the seedling tray	هایولا ۵۰ Hyola 50	0.19bc	12665bc	2470b	19.6a	203.8cd	88.6bc	112.3bc
	دلگان Delgan	0.19bc	13411b	2522b	17.2b	240.6ab	90.9b	114.1b
کشت مستقیم بذر در مزرعه همزمان با انتقال نشا به مزرعه Direct cultivation of seeds in the field at the same time as transfer of seedlings to the field	هایولا ۵۰ Hyola 50	0.17c	12674bc	2168cd	19.8a	191.3d	80.1c	100.0cd
	دلگان Delgan	0.18c	13340b	2436b	19.3a	217.3c	88.7bc	111.6bc
کشت نشای تک بوته‌ای Cultivation of single plant seedling	هایولا ۵۰ Hyola 50	0.18c	14209ab	2569b	19.4a	209.4cd	91.4b	114.9b
	دلگان Delgan	0.25a	16143a	3940a	20.4a	251.3a	122.0a	161.8a
کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر Cultivation of mound seedlings containing three seeds	هایولا ۵۰ Hyola 50	0.19bc	11685cd	2138d	17.5b	186.6de	79.5c	97.6d

	دلگان Delgan	0.21b	12826b	2584b	20.5a	221.1b	93.6b	117.1b
کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر Cultivation of mound seedlings containing five seeds	هایولا ۵۰ Hyola 50	0.24a	9437e	2235c	17.9b	159.2f	81.3c	100.4cd
	دلگان Delgan	0.21b	10634de	2222c	20.5a	177.3e	83.1c	102.9cd

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

In each column, the averages with the same letters do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test.

بر اساس نتایج جدول مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت و تراکم بیشترین ارتفاع بوته در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع و روش کشت نشای تک بوته‌ای مشاهده شد که برابر ۱۵۴/۷ سانتی‌متر بود، پس از این تیمار بیشترین ارتفاع بوته در تراکم ۳۰ و کشت مستقیم بذر در مزرعه هم‌زمان با انتقال نشا به مزرعه مشاهده شد و برابر ۱۱۸/۶ سانتی‌متر بود، کمترین ارتفاع بوته بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت و تراکم در تیمار کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر و تراکم مشاهده شد که برابر ۹۷/۳ سانتی‌متر بود (جدول ۵)، همچنین بر اساس نتایج جدول ۵ در تراکم‌های ۳۰ ارتفاع بوته نسبت به تراکم‌های ۶۰ بوته در متر مربع بیشتر بود که به نظر می‌رسد در تراکم‌های بالا به دلیل رقابت شدید درون گونه‌ای رشد بوته‌های کلزا مختل شده است که یکی از معایب تراکم‌های بیش از حد مطلوب می‌باشد (جدول ۳)، در رابطه با ارتفاع اولین غلاف نیز نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت و تراکم نشان داد در تمام سطوح روش کاشت ارتفاع اولین غلاف در تراکم ۳۰ بوته بیشتر از تراکم ۶۰ بوته در متر مربع می‌باشد، و در بین سطوح روش کاشت بیشترین ارتفاع اولین غلاف در روش کشت نشای تک بوته‌ای مشاهده شد و کمترین ارتفاع اولین غلاف به طور متوسط در روش کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر مشاهده شد ر واقع باید بیان کرد با تغییرات در تراکم بوته و روش کشت ارتفاع اولین غلاف که یکی از مهمترین صفات برای برداشت مکانیزه می‌باشد به شدت تحت تاثیر قرار گرفته از همین رو باید تراکم مطلوب و روش کاشت مناسب برای برداشت مکانیزه رعایت شود (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت و تراکم بر صفات اندازه گیری شده کلزا

Table 5- Comparison of the average interaction effect of planting method and density on the measured traits of canola

روش کاشت **planting method**	تراکم (بوته در متر مربع) **Density (Plant/m^2)**	عملکرد بیولوژیک(کیلوگرم در هکتار) **biological yield (kg/ha)**	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) **seed yield (kg/ha)**	تعداد دانه در غلاف **number of seeds per pod**	تعداد غلاف در بوته **number of pods per plant**	قطر ساقه (میلیمتر) **Stem diameter (mm)**	ارتفاع اولین غلاف (سانتیمتر) **Height of the first pod (cm)**	ارتفاع گیاه (سانتیمتر) **Plant height (cm)**
کشت مستقیم بذر در مزرعه همزمان با کشت بذر در سینی نشا **Direct seed cultivation in the field at the same time as seed cultivation in the seedling tray**	30	12760c	2568bc	18.5cd	238.9b	11.7c	92.5bc	117.6b
	60	13316bc	2424bc	18.3cd	205.5d	11.8c	86.9cd	108.8bc
کشت مستقیم بذر در مزرعه همزمان با انتقال نشا به مزرعه **Direct cultivation of seeds in the field at the same time as transfering of seedlings to the field**	30	14552b	2642b	20.2b	223.1bc	13.3b	93.9b	118.6b
	60	11462d	1962d	18.9c	185.4de	10.2de	74.9e	92.9d

کشت نشای تک بوته‌ای **Cultivation of single plant seedling**	**30**	**16841a**	**3756a**	**22.1a**	**242.5a**	**15.6a**	**117.3a**	**154.7a**
	60	**13510b**	**2753b**	**17.9d**	**218.2cd**	**12.2bc**	**96.1b**	**121.9b**
کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر **Cultivation of mound seedlings containing three seeds**	**30**	**13757b**	**2609b**	**20.1b**	**219.1c**	**12.6bc**	**93.9bc**	**117.5b**
	60	**10754ed**	**2231cd**	**17.7d**	**188.7d**	**9.5e**	**79.3de**	**97.3cd**
کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر **Cultivation of mound seedlings containing five seeds**	**30**	**10007e**	**2227cd**	**19.3c**	**168.7e**	**9.1e**	**82.4de**	**101.9cd**
	60	**10064e**	**2112d**	**19.2c**	**167.8e**	**9.0e**	**82.0de**	**101.4cd**

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

In each column, the averages with the same letters do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test.

به طور کلی باید بیان کرد تغییر در تراکم بوته از ۳۰ به ۶۰ بوته در متر مربع بر اساس نتایج این آزمایش مفید نبوده است و این تغییر باعث شده است علاوه بر کاهش در ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین نیز کاهش پیدا کند که این امر در برداشت مکانیکی مشکل آفرین خواهد بود و باعث ریزش بیشتر در دانه های کلزا هنگام برداشت می‌شود، همچنین از بین روش‌های کاشت روش کشت نشای تک بوته‌ای مناسب‌ترین روش یود و روش کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر نامناسب ترین روش کاشت در بین روش‌های کاشت مختلف در این آزمایش بود (جدول ۵). همچنین بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر سال بر ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین در سال اول آزمایش ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین به طور معنی داری بیشتر بود نسبت به سال دوم آزمایش، در واقع باید بیان کرد در سال اول آزمایش به دلیل شرایط آب و هوایی بهتر از جمله دماهای متعادل ترو بارش مناسبتر رشد گیاه کلزا نسبت به سال دوم آزمایش بهتر بود (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر سال بر خصوصیات کلزا

Table 6- Comparison of the average effect of year on rapeseed characteristics

سال year	ارتفاع اولین غلاف (سانتیمتر) Height of the first pod (cm)	ارتفاع گیاه (سانتیمتر) Plant height (cm)
سال اول first year	91.5a	116.4a
سال دوم second year	85.3b	110.4b

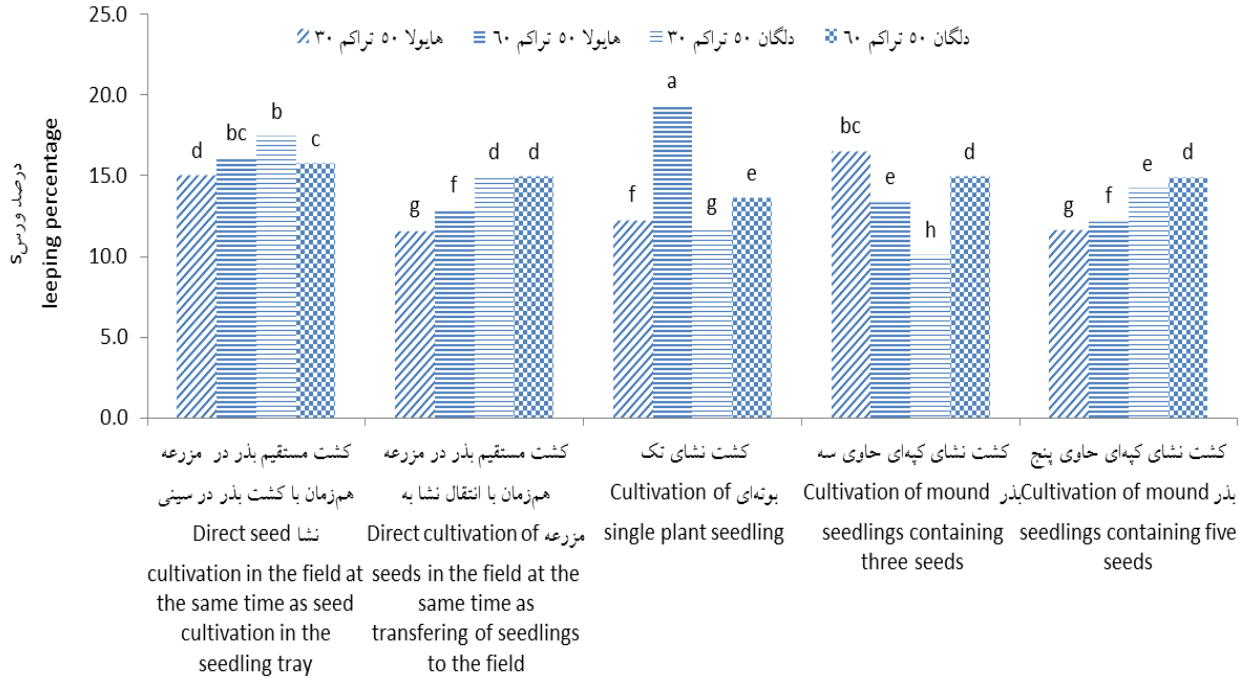
در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

In each column, the averages with the same letters do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test.

همچنین می‌توان بر اساس نتایج این آزمایش بیان کرد که کشت نشایی به طور کلی مناسب‌تر از کشت مستقیم می‌باشد به دلیل ویژگی های مطلوبی که در کشت نشایی مشاهده شده است، در این رابطه محققان بیان کردند (۸) از مهمترین مزایایی کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم دست یافتن به پوشش گیاهی یکنواخت و خنثی نمودن عواملی که منجر به تاخیر در کاشت محصول مورد نظر می‌شوند، می‌باشد، بر همین اساس کشت نشایی باعث رشد بهتر و بیشتر در کلزا شده است که این امر در نهایت باعث افزایش ارتفاع بوته در کشت نشایی شده است (جدول ۲). راهنما و بخشنده (۲۰۰۵) در تحقیق روی کلزا به این نتیجه رسیدند که کشت نشایی باعث افزایش در عملکرد دانه کلزا می‌شود ایشان دلیل این امر را

رشد بهتر و افزایش ارتفاع بیشتر در بوته کلزا بیان کردند که توانسته بود تعداد غلاف بیشتر در بوته را ایجاد کند و در نهایت عملکرد دانه را افزایش دهد، این محققان همچنین بیان کردند کشت نشایی به طور کلی به دلیل بهبود در اجزای عملکرد دانه باعث افزایش در عملکرد دانه می شود (۱۱)، همچنین بیان شده است کشت نشایی به دلیل استفاده بیشتر بوته-ها از تشعشع خورشیدی در نهایت باعث افزایش بیشتر رشد رویشی شده و ارتفاع بوته افزایش می‌یابد که این امر در نهایت عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (۱۵). Aslam و همکاران (۲۰۱۹) نیز در تحقیقی بیان کردند در ارقام مختلف کلزا اختلاف معنی داری از نظر ارتفاع بوته و ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین دارند که این امر می‌تواند به دلیل اصلاح ژنتیکی این ارقام باشد هر چند مدیریت مزرعه از جمله تراکم بوته در واحد سطح می‌تواند باعث اثرات زیادی بر ارتفاع بوته در کلزا گزارند (۳۳). Tohidi-Moghaddam و همکاران (۲۰۱۱) نیز در تحقیقی روی شش رقم کلزا بیان کردند ارتفاع بوته در ارقام مختلف تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند، این محققان بیان داشتند ویژگی‌هایی مثل سطح برگ و سطح ریشه باعث اختلاف بین ارقام شده است (۳۴).

بر اساس نتایج تجزیه مرکب اثر روش کاشت، رقم، تراکم بوته در واحد سطح و اثر متقابل روش کاشت و تراکم بر قطر ساقه کلزا معنی‌دار بود، همچنین در رابطه با درصد ورس اثر روش کاشت، تراکم، اثر متقابل رقم و روش کاشت و اثر متقابل روش کاشت و تراکم و همچنین اثر متقابل سه گانه بر درصد ورس کلزا معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و و روش کاشت نشان داد، قطر ساقه در تراکم‌های ۳۰ بوته در متر مربع بیشتر از تراکم ۶۰ بوته در متر مربع می‌باشد، در واقع این طبیعی به نظر می‌رسد که با فضای بیشتر برای رشد تک بوته قطر ساقه نیز افزایش پیدا کند چون رشد تک بوته بیشتر می‌شود، بر همین اساس بیشترین قطر ساقه در تیمار ۳۰ بوته در متر مربع و روش کشت نشای تک بوته‌ای مشاهده شد که برابر ۱۵/۶ میلی‌متر بود و کمترین قطر ساقه نیز در تیمار ۶۰ و روش کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر مشاهده شد که برابر ۹ میلی‌متر بود (جدول ۵)، به طور کلی باید بیان کرد تغییر در تراکم بوته از ۳۰ به ۶۰ بوته در متر مربع بر اساس نتایج این آزمایش مفید نبوده است و این تغییر باعث شده است کاهش قطر ساقه اتفاق بیافتد که این امر افزایش ورس را در پی خواهد داشت و افزایش ورس می‌تواند در نهایت عملکرد دانه را کاهش دهد (جدول ۵). بر همین اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه روش کاشت، رقم و تراکم نشان داد در تمام روش‌های کاشت درصد ورس در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع بیشتر از ۳۰ بوته در متر مربع بود، به طوری که بیشترین درصد ورس در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع و روش کشت نشای تک بوته‌ای مشاهده شد که با تیمارهای کشت مستقیم بذر در مزرعه هم‌زمان با کشت بذر در سینی نشا و تراکم‌های ۳۰ و ۶۰ بوته اختلاف معنی‌داری داشت، کمترین درصد ورس در بین تیمارهای مورد آزمایش در تیمار کشت نشای سه بذر در رقم دلگان و تراکم ۳۰ بدست آمد که برابر ۱۰ درصد بود (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه تراکم، رقم و روش کاشت بر درصد ورس کلزا (میانگین‌های با حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.)

Figure 1- Comparison of the average triple interaction effect of density, variety and planting method on the percentage of rapeseed sleeping (Averages with the same letters do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test.)

به نظر می‌رسد بر اساس نتایج این آزمایش رابطه منفی بین قطر ساقه و درصد ورس کلزا وجود دارد به طوری که با افزایش قطر ساقه در تیمارهای مورد آزمایش درصد ورس نیز کاهش پیدا کرد، که این امر می‌تواند یکی از مهمترین دلایل کاهش عملکرد دانه در تراکم ۶۰ بوته در متر مربع نسبت به تراکم ۳۰ بوته در متر مربع می‌باشد (شکل ۱). در رابطه با اثر تراکم بوته بر عملکرد گیاهان زراعی پژوهش‌های فراوانی انجام شده است و در تمام پژوهش‌ها تاکید شده است که با افزایش تراکم بیشتر از حد مطلوب اثرات مخرب افزایش تراکم نمایان خواهد شد که یکی از مهمترین این اثرات مخرب کاهش قطر ساقه و افزایش ورس می‌باشد (۲۶)، به بیان دیگر محققان بیان کرده‌اند افزایش در تراکم بوته به بیش از حد مطلوب باعث رقابت بیشتر در بوته‌ها بر سر منابع مشترک مانند تشعشع می شود که این امر افزایش بیش از حد رشد رویشی را در پی دارد که این مسئله باعث حساس شدن بوته ها به ورس می شود (۳۵)، بر اساس نظر محققان افزایش ورس باعث کاهش شدیدتر در عملکرد دانه گیاهانی مثل گندم، کلزا می‌شود (۱۸). همچنین بر اساس نظر محققان تراکم مطلوب بسته به نوع رقم، ظرفیت تولیدی محیط و روش‌های مدیریتی متفاوت است. به عنوان مثال، حمزه‌ای و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که کمترین و بیشترین عملکرد دانه کلزا در همدان به ترتیب از تراکم‌های ۴۰ و ۶۰ بوته در متر مربع به دست آمد.. Kadivar و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی روی ارقام کلزا بیان کردند ارقامی که دارای قطر ساقه بیشتری بودند درصد ورس کمتری داشتند زیرا قطر ساقه بیشتر باعث استحکام ساقه در برابر باد و سایر عوامل ی که باعث ورس گیاه

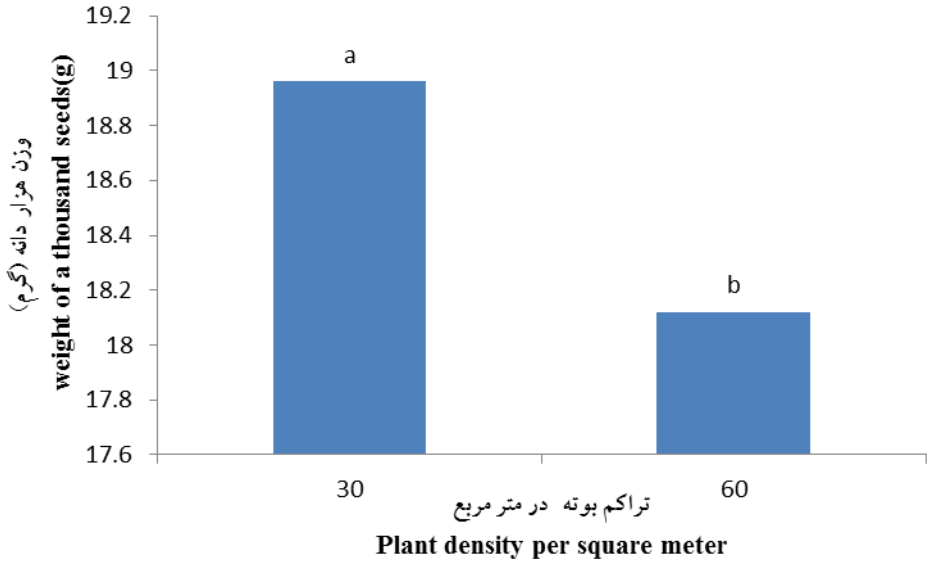
می‌شوند شد (۳۶). نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد افزایش تراکم باعث کاهش در قط ساقه و افزایش درصد ورس می-شود که به این امر باید توجه جدی شود (جدول ۴).

بر اساس نتایج تجزیه مرکب اثر سال، روش کاشت، رقم، تراکم، اثر متقابل روش کاشت و رقم و اثر متقابل روش کاشت و تراکم بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و روش کاشت دامنه تغییرات تعداد غلاف در بوته بین ۲۵۱/۳ تا ۱۵۹/۲ عدد در غلاف بود، به طوری بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار کشت نشای تک بوته‌ای و رقم دلگان مشاهده شد و کمترین تعداد غلاف در بوته در تیمار کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر و رقم هایولا۵۰ مشاهده شد، به طور کلی در تمام سطوح روش کاشت تعداد غلاف در بوته در رقم دلگان بیشتر از رقم هایولا ۵۰ بود که این امر نشان دهنده برتری رقم دلگان نسبت به رقم هایولا۵۰ می باشد، همچنین بین روش های کاشت تعداد غلاف در بوته در روش کشت نشای تک بوته‌ای دارای بیترین تعداد غلاف در بوته بود و پس از آن بیشترین تعداد غلاف به طور متوسط درروش کاشت کشت مستقیم بذر در مزرعه هم‌زمان با کشت بذر در سینی نشا مشاهده شد (جدول ۴)، بر اساس نتایج مقایسه میانگین روش کاشت و تراکم نشان داد در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع تعداد غلاف در بوته بیشتر از ۶۰ بوته در متر مربع می‌باشد، بیشترین تعداد غلاف در بوته در تیمار کشت نشای تک بوته‌ای و تراکم ۳۰ بوته در متر مربع مشاهده شد که برابر ۲۴۲/۵ عدد غلاف در بوته بود و کمترین تعداد غلاف در بوته در تیمار کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر و تراکم ۶۰ بوته در متر مربع مشاهده شد (جدول ۳)، در بین روش‌های مختلف کاشت به طور متوسط تعداد غلاف در بوته در روش کشت نشای تک بوته‌ای مشاهده شد و پس از آن روش کاشت کشت مستقیم بذر در مزرعه هم‌زمان با کشت بذر در سینی نشا مناسب ترین روش برای رسیدن به حداکثر تعداد غلاف در بوته بود، کمترین تعداد غلاف در بوته در روش‌های مختلف کاشت در روش کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر بدست آمد (جدول ۵).

به نظر محققان تعداد غلاف در بوته در گیاهان زراعی دارای غلاف یا نیام مهمترین جز عملکرد دانه می‌باشد که همبستگی مثبت و بسیار بالایی با عملکرد دانه دارد (۳۷)، به بیان دیگر تعداد غلاف در بوته نشان دهنده میزان کارایی گیاه برای تبدیل مواد فتوسنتزی به بخش اقتصادی می‌باشد و با افزایش آن در واحد سطح میزان عملکرد نیز به طور مثبت و مستقیم افزایش پیدا می‌کند (۳۸). نتایج این آزمایش نیز نشان داد هر عاملی که باعث کاهش کارایی استفاده بوته‌ها از عوامل محیطی شود در نهایت تعداد غلاف در بوته را کاهش می‌دهد، که افزایش بیش از حد تراکم بوته و کشت مستقیم و کشت نشایی با تراکم زیاد مثل ۳ یا ۵ بوته، باعث کاهش غلاف در بوته می‌شود (جدول ۵). سیادت و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی سه تراکم کلزا شامل ۱۷، ۲۵ و ۵۰ بوته در مترمربع بر روی کلزا رقم تارو گزارش دادند که با افزایش تراکم، تعداد غلاف در مترمربع افزایش ولی تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه کاهش نشان داد (۳۹).Onofri و همکاران (۲۰۱۶) در آزمایشی

روی کلزا تاثیر فواصل ردیف و تراکم بوته ۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع را مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که تراکم بوته بر عملکرد دانه کلزا تأثیر دارد و در تراکم‌های بالای ۱۰۰ بوته در متر مربع، تعداد غلاف در بوته به دلیل افزایش بیش از حد تراکم در واحد سطح کاهش پیدا کرد، این محققان مناسب‌ترین تراکم را برای کلزا ۵۰ بوته در متر مربع گزارش کردند (۴۰). شهرکی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی تراکم بوته در سه سطح ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع روی رقم هایولا 401 نشان دادند که با افزایش تراکم تعداد غلاف در بوته کاهش می‌یابد (۴۱). افزایش تراکم بوته در کلزا موجب کاهش تعداد شاخه‌های جانبی و در نتیجه کاهش تعداد غلاف در بوته می‌گردد (فتحی و همکاران، ۱۳۸۱)، که نتایج این محققان با نتایج آزمایش حاضر همسو بود (جدول ۳). در همین راستا Rattin و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند یکی از دلایل افزایش عملکرد در کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم افزایش جذب نور بیشتر در مرحله رشد دانه و افزایش راندمان استفاده از نور می‌باشد (۴۲). Sanchez و همکاران (۲۰۱۴) نیز در تحقیقی بیان کردند در کشت نشایی ذرت میزان وزن دانه و تعداد دانه در بوته به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد زیرا زمان استفاده از نور خورشدی با کشت نشایی افزایش پیدا کرد و تولید مواد فتوسنتزی (ماده خشک کل) در کشت نشایی افزایش نشان داد نسبت به کشت مستقیم بذر در مزرعه (۴۳).

بر اساس نتایج جدول تجزیه مرکب در بین اثرات ساده و متقابل رقم، تراکم و روش کاشت، وزن هزار دانه تنها تحت تاثیر معنی‌دار اثر ساده تراکم قرار گرفت (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن هزار دانه کلزا افزایش در تراکم باعث کاهش معنی‌دار در مقدار وزن هزار دانه کلزا شد به طوری که وزن هزار دانه در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع برابر ۱۸/۹۶ گرم بود و وزن هزار دانه در تراکم ۶۰ بوته در متر مبع برابر ۱۸/۱۲ گرم بود (شکل ۱)، شهرکی و همکاران (۲۰۰۸) Bilgili و همکاران (۲۰۱۳) و Lythgoe و همکاران (۲۰۱۱) اعلام نمودند که تراکم بوته نقش عمده در تغییر وزن دانه دارد و با افزایش در تراکم بوته وزن دانه در گیاهان زراعی به دلایلی همچون کاهش منابع (نور، مواد غذایی، اب و ...) در دسترس تک بوته کاهش پیدا می‌کند که نتایج این تحقیق مطابق با نتایج آزمایش حاضر بود (۴۱، ۴۴ و ۴۵).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر تراکم بر وزن هزار دانه کلزا (میانگین¬های با حروف مشابه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.)

Figure 2- Comparison of the average effect of density on the weight of 1000 canola seeds (Averages with the same letters do not have a significant difference at the 5% probability level based on the LSD test.)

نتایج تجزیه مرکب نشان داد اثر تراکم، اثر متقابل روش کاشت و رقم و اثر متقابل روش کاشت و تراکم بر تعداد دانه در غلاف کلزا معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت و رقم نشان داد تعداد دانه در غلاف با تغییر در روش کاشت در هر رقم تغییرات متفاوتی دارد به طوری که در بین روش‌های کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر، کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر و کشت نشای تک بوته‌ای، تعداد دانه در غلاف رقم هایولا۵۰ کمتر از دلگان می‌باشد اما در روش کاشت کشت مستقیم بذر در مزرعه همزمان با کشت بذر در سینی نشا و کشت مستقیم بذر در مزرعه همزمان با انتقال نشا به مزرعه تعداد دانه در غلاف رقم هایولا۵۰ بیشتر از رقم دلگان بود، در واقع باید بیان کرد روش کشت نشایی باعث تعداد دانه در غلاف بیشتر در رقم دلگان می‌شود و در رقم هایولا ۵۰ روش کاشت نشا مستقیم مناسب برای تعداد دانه در غلاف بود (جدول ۴)، بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر و کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر و رقم دلگان مشاهده شد که برابر ۲۰/۵ گرم بود و کمترین وزن هزار دانه کلزا در تیمار کشت مستقیم بذر در مزرعه همزمان با کشت بذر در سینی نشا و رقم دلگان مشاهده شد که برابر ۱۷/۲ گرم بود (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت و تراکم تعداد دانه در غلاف با افزایش در تراکم کاهش پیدا کرد بدین صورت که در تمام سطوح روش کاشت بیشترین تعداد دانه در غلاف در تراکم صفر بوته در متر مربع مشاهده شد، بیشترین تعداد غلاف در بوته بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و روش کاشت در تیمار ۳۰ بوته در متر مربع و روش کاشت کشت نشای تک بوته‌ای مشاهده شد که برابر ۲۲/۱ بود و کمترین تعداد دانه در غلاف در روش کاشت کشت نشای کپه‌ای حاوی سه بذر و تراکم ۶۰ بوته در متر مربع مشاهده شد و برابر ۱۷/۷ بود (جدول ۵).

به‌طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان بیان کرد تعداد دانه در غلاف به شدت به فضای در دسترس تک بوته وابسه می‌باشد، به طوری که با افزایش در تراکم و کاهش فضای در دسترس تک بوته و همچنین کشت کپه‌ای با چند بوته و کاهش فضای در دسترس تک بوته تعداد دانه در غلاف نیز کاهش پیدا کرد (جدول ۳). Eshaghi و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثر تراکم بوته بر اجزای عملکرد دانه و عملکرد دانه لوبیا قرمز گزارش کرند تراکم بوته اثر معنی‌داربر بر اجزای عملکرد دانه به خصوص تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف دارد به طوری که با افزایش در تراکم هم تعداد غلاف در بوته و هم تعداد دانه در غلاف کاهش پیدا کرد (۴۶). Ball و همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند ارایش کاشت می‌تواند تاثیر معنی‌دار بر اجزای عملکرد دانه در گیاه سویا داشته باشد به طوری که با افزایش تراکم تعداد دانه در غلاف کاهش پیدا کرد، همچنین این محققان بیان کرد هنگامی که فضای در دسترس هر بوته افزایش پیدا می‌کند به دلیل رقابت کمتر تک بوته برای منابع مصرفی (آب و مواد غذایی) تعداد دانه در غلاف افزایش پیدا می‌کند بنابراین آرایش کاشت می‌تواند باعث اثرات معنی‌داری بر اجزای عملکرد به خصوص تعداد دانه در غلاف شود (۱۶).

بر اساس نتایج تجزیه مرکب اثر سال، روش کاشت، رقم و تراکم بر عملکرد بیولوژیک کلزا، عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر روش کاشت، رقم، تراکم و اثر متقابل روش کاشت و رقم و اثر متقابل روش کاشت و تراکم قرار گرفت (جدول ۳) نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و روش کاشت نشان داد در تمام سطوح روش کاشت عملکرد بیولوژیک در رقم هایولا۵۰ کمتر از رقم دلگان بود، به عبارت دیگر در هر کدام از روش های کاشت عملکرد رقم دلگان بیشتر از رقم هایولا ۵۰ می باشد، در بین روش‌های کاشت نیز بیشترین عملکرد بیولوژیک در روش کاشت کشت نشای تک بوته‌ای مشاهده شد که به ترتیب در ارقام هایولا ۵۰ و دلگان به ترتیب برابر ۱۴۲۰۹/۳ و ۱۶۱۴۳ کیلوگرم در هکتار بود، کمترین عملکرد بیولوژیک در سطوح مختلف روش‌های کاشت در تیمار کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر مشاهده شد که به ترتیب در ارقام هایولا ۵۰ و دلگان برابر ۹۴۳۷ و ۱۰۶۳۴ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقایل روش کاشت و تراکم بر عملکرد بیولوژیک در روش‌های مختلف کاشت بیشترین میزان برای عملکرد بیولوژیک در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع مشاهده شد که این امر نشان دهنده اثر مثبت تر تراکم ۳۰ بوته در متر مربع نسبت به ۶۰ بوته در متر مربع دارد، همچنین در میان روش‌های مختلف کاشت روش کشت نشای تک بوته‌ای بیشتر از سایر روش‌های کاشت باعث افزایش در عملکرد بیولوژیک شد (جدول ۴)، کمترین عملکرد بیولوژیک در بین روش‌های کاشت برای هر دو تراکم ۳۰ و ۶۰ بوته در متر مربع در روش کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر مشاهده شد که به ترتیب برای دو تراکم ۳۰ و ۶۰ بوته برابر ۱۰۰۰۷ و ۱۰۰۶۴ کیلوگرم در هکتار بود، بیشترین عملکرد بیولوژیک بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم و روش کاشت در تیمار کشت نشای تک بوته‌ای و تراکم ۳۰ بوته در متر مربع مشاهده شد که برابر ۱۶۸۱/۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴).

همانند عملکرد بیولوژیک اثر روش کاشت، رقم، تراکم، اثر متقابل روش کاشت و رقم و اثر متقابل روش کاشت و تراکم بر عملکرد دانه کلزا معنی دار بود (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و روش کاشت عملکرد دانه به طور کلی در روش کاشت کشت نشای تک بوته‌ای و روش کاشت کشت مستقیم بذر در مزرعه هم‌زمان با کشت بذر در سینی نشا در هر دو رقم بیشتر از روش‌های کاشت دیگر بود، به عبارت دیگر با کاشت کلزا به روش کشت نشای تک بوته‌ای و کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر می توان انتظار داشت در هر دو رقم هایولا ۵۰ و دلگان میزان عملکرد دانه بیشتر می‌باشد، در بین دو رقم نیز در روش‌های مختلف کاشت بیشترین عملکرد دانه در رقم دلگان مشاهده شد به جز روش کاشت کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر که عملکرد دانه در رقم هایولا۵۰ بیشتر از رقم دلگان بود (اختلاف این دو رقم از نظر عملکرد دانه در روش کاشت کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر از نظر آماری معنی‌دار نبود)، بیشترین عملکرد دانه در تیمار کشت نشای تک بوته‌ای و رقم دلگان مشاهده شد که برابر ۳۹۴۰/۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل روش کاشت و تراکم نشان داد، تراکم ۳۰ بوته در متر مربع سبب عملکرد دانه بیشتری نسبت به تراکم ۶۰ بوته در متر مربع بود، در بین روش‌های مختلف کاشت روش کشت نشای تک بوته‌ای منجر به بیشترین عملکرد دانه در هر دو تراکم ۳۰ و ۶۰ بوته در متر مربع شد که به ترتیب در تراکم‌های ۳۰ و ۶۰ بوته در متر مربع عملکرد دانه برابر ۳۷۵۶/۶ و ۳۹۴۰/۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). کمترین عملکرد دانه نیز در تیمار کشت نشای کپه‌ای حاوی پنج بذر مشاهده شد که به ترتیب در تراکم ۳۰ و ۶۰ بوته در متر مربع به ترتیب برابر ۲۱۱۲ و ۲۲۲۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد هر سه فاکتور رقم، تراکم و روش کاشت بر عملکرد بیولوزیک و عملکرد دانه کلزا که جز مهمترین صفات مورد بررسی بود اثر معنی‌داری داشتند، به عبارت دیگر بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان بیان کرد تراکم بوته با اثر گذاری بر منابع در دسترس تک بوته و روش کاشت نیز با اثر گذاری بر مدت دوره رشد گیاه و همچنین فضای در دسترس گیاه باعث افزایش در عملکرد تک بوته می‌شود، در این آزمایش تراکم ۳۰ بوته در متر مربع از تراکم ۶۰ بوته در متر مربع مناسب‌تر بود، در واقع باید بیان کرد تراکم ۶۰ بوته در متر مربع تراکم بیش از حد مطلوب می‌باشد که در این تراکم با افزایش رقابت بین بوته‌ها اثر نامطلوبی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک کلزا داشته است، همچنین روش کاشت نشایی با تک بوته بر اساس نتایج این آزمایش از کشت مستقیم و کشت نشایی با ۳ و ۵ بوته مناسب‌تر بود که به نظر می‌رسد با افزایش تعداد بوته در کشت نشایی نیز اثر نامطلوب افزایش در تراکم مشاهده می شود، محققان بیان کردند در کشت نشایی به دلیل گذراندن مدتی از دوره رشد در خزانه سرعت رشد و استفاده از منابع به خصوص تشعشع بیشتر می‌باشد که این امر باعث افزایش عملکرد دانه در کشت نشایی نسبت به کشت مستقیم می شود.

محققان بیان کرده‌اند عملکرد دانه حاصل تجمع ماده خشک محصول است و سهم ماده خشکی که در دانه تجمع پیدا می‌کند (شاخص برداشت) با افزایش تراکم بوته بیش از حد بحرانی در گیاه زارعی عملکرد دانه کاهش پیدا می‌کند (۴). در

آزمایشی روی کلزا گزارش گردید که در تراکم‌های زیاد، خوابیدگی بوته و تخریب کلروفیل درگیاه افزایش یافته و این خود باعث افزایش مرگ و میر ناشی از رقابت شده و نتیجه این تغییرات موجب افت عملکرد می‌شود. در تراکم‌های پایین، رقابت بین بوته‌ها کمتر بوده و با افزایش تراکم گیاهی ارتفاع بوته‌ها و رقابت بین آنها افزایش می‌یابد، کاهش نور در جامعه-ی گیاهی، دلیل اصلی پیری زودرس برگ‌ها است، در تراکم‌های بیش از حد مطلوب دلیل اصلی پیری برگها نفوذ کمتر نور و کمتر شدن دسترسی به منابع غذایی است (۴۷). تراکم مطلوب می‌تواند از طریق تاثیر بر میزان تشعشع دریافت شده توسط برگ‌های پیری آنها را به تاخیر می‌اندازد (۲۷). شهرکی و همکاران (۲۰۰۸) نیز با بررسی سه سطح تراکم کلزا شامل ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در متر مربع نشان دادند که وزن هزار دانه تحت تاثیر تراکم بوته قرار نمی‌گیرد اما بیشترین عملکرد دانه در تراکم ۱۰۰ بوته در مترمربع با میانگین ۴/۲ تن در هکتار به دست آمد. تمام محققان ذکر شده بیان کردند تراکم مطلوب با فراهم کردن شرایط ایده آل برای رشد گیاه باعث استفاده حداکثری از منابع مشترک شده و در نهایت باعث افزایش تولید ماده خشک و در نهایت عملکرد دانه می‌شود (۴۱)، Singh and Singh (۲۰۱۲) در رابطه با کشت نشایی کلزا بیان کرده‌اند کشت نشایی به دلیل مزایایی از قبیل استفاده بیشتر از تشعشع و کاهش از دست رفتن بوته‌ها باعث افزایش در عملکرد گیاهان زراعی نسبت به کشت مستقیم می‌شود (۴۸).

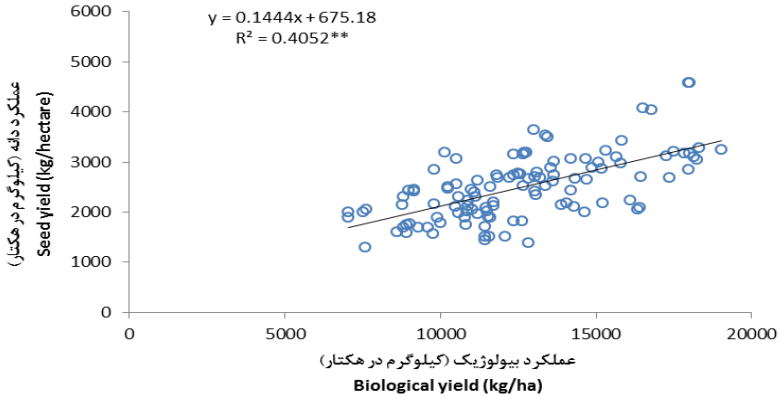
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و روش کاشت نشان داد دامنه تغییرات شاخص برداشت بین ۲۵ درصد تا ۱۷ درصد می باشد که شاخص برداشت‌های بالای ۲۰ درصد در تیمارهای کشت نشایی بدشت آمد، بر همین اساس بیشترین شاخص برداشت در تیمار روش کشت نشای تک بوته و رقم دلگان و کمترین شاخص برداشت در تیمار روش کشت نشای تک بوته‌ای و رقم هایولا ۵۰ مشاهده شد، به نظر می‌رسد کشت نشایی باعث افزایش در شاخص برداشت کلزا نیز شده است ، همچنین از بین دو رقم دلگان و هایولا ۵۰ رقم دلگان دارای شاخص برداشت بیشتری بود در روش‌های مختلف کاشت (جدول ۲). راهنما و بخشنده (۱۳۸۴) با هدف مقایسه کشت مستقیم و نشایی کلزا هیبرید هایولا ۳۰۸ در استان خوزستان، پنج تاریخ کاشت ۲۰ و ۳۰ آبان ۲۰ و ۱۰و ۳۰ آذر را با دو روش کاشت مستقیم و نشایی ، مقایسه کردند و اظهار داشتند که در کشت نشایی ۱/۹ روز طول دوره گلدهی، ۵۷ عدد تعداد خورجین در بوته و ۱/۴ عدد تعداد دانه در خورجین ۴۹۲ کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه و ۱۶۳ کیلوگرم عملکرد روغن در هکتار بیشتر از کشت مستقیم بذر کلزا بود .متوسط عملکرد دانه و روغن در کلیه تاریخ های کاشت در کشت مستقیم معادل ۲۲۳۹ و ۸۰۹ کیلوگرم در هکتار و در کشت نشایی به ترتیب معادل ۲۸۱۷ و ۹۸۴ کیلوگرم در هکتار بود این محققان همچنین بیان کرد کشت نشایی باعث افزایش در شاخص برداشت کلزا شده است (۱۱). عظیمی گندمانی و همکاران (۲۰۱۹) در آزمایش خود بر روی ارقام بهاره کلزا مشاهده نمودند که بین ارقام کلزا اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج آزمایش Tajali و همکاران (۲۰۱۱) بر روی ارقام پاییزه کلزا نشان داد بین ارقام کلزا اختلاف معنی‌داری وجود دارد (۴۹). بر اساس نتایج Rameeh (۲۰۱۲) بر روی چند

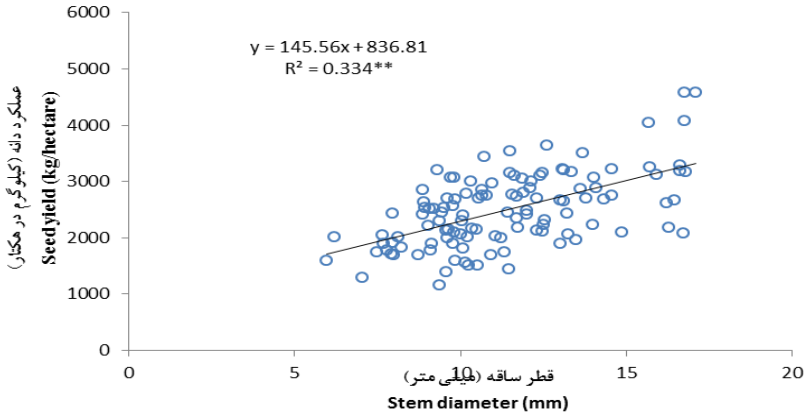
ژنوتیپ مختلف کلزا مشخص شد که عملکرد دانه به مقدار ۶ تا ۲۸ درصد بین ارقام مختلف متفاوت می‌باشد این پژوهشگر بیان کرد عملکرد دانه در کلزا تابعی از اجزای عملکرد یعنی تعداد غلاف بارور در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه است که مقادیر این اجزاء تحت تأثیر ژنوتیپ تغییر می‌کند (۵۰).

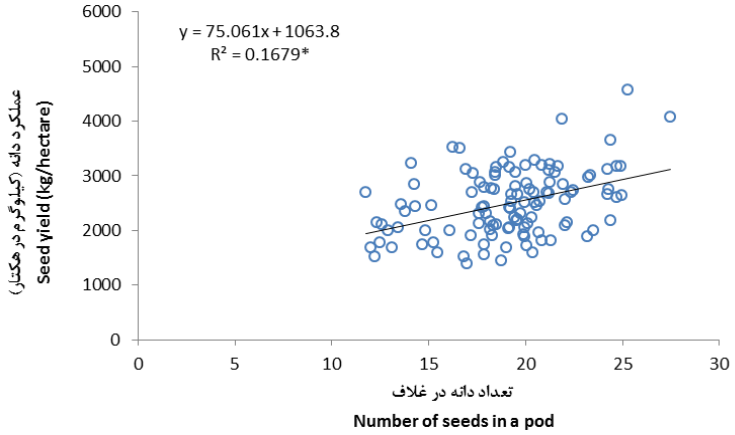
در شکل ۳ رابطه بین صفات اندازه‌گیری شده در این آزمایش و عملکرد دانه به عنوان مهمترین صفت مورد مطالعه نشان داده شده است. بر اساس نتایج شکل یک رابطه عملکرد دانه با صفات عملکرد بیولوزیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته و قطر ساقه به صورت مستقیم و معنی‌دار بود، بر همین اساس نتایج شکل ۲ نشان داد به ازای افزایش یک کیلوگرمی در عملکرد بیولوژیک کلزا عملکرد دانه ۰/۱۶ کیلوگرم افزایش پیدا می‌کند، در رابطه با تعداد غلاف در بوته نتایج شکل ۲ نشان داد به ازای افزایش یک عدد غلاف در بوته عملکرد دانه کلزا در هکتار ۸/۹ کیلوگرم افزایش پیدا می‌کند ، برای تعداد غلاف در بوته نیز افزایش یک عدد دانه در غلاف باعث افزایش ۶۴/۴ کیلوگرمی در عملکرد دانه می‌شود، که این امر نشان دهنده اهمیت بالای تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف در گیاه کلزا می‌باشد، به طوری که چه افزایش در تعداد غلاف در بوته و چه افزایش تعداد دانه در غلاف عملکرد دانه را به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد (شکل ۲)، رابطه بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه نیز نشان داد با افزایش یک سانتیمتری در ارتفاع بوته عملکرد دانه ۱۵/۱ کیلوگرم در هکتار افزایش می‌کند، این عدد برای قطر ساقه ۱۶۱/۳ کیلوگرم در هکتار بود بدین صورت که با افزایش یک میلی متری در قطر ساقه عملکرد دانه ۱۶۱/۳ کیلوگرم در هکتار افزایش پیدا کرد (شکل ۳).

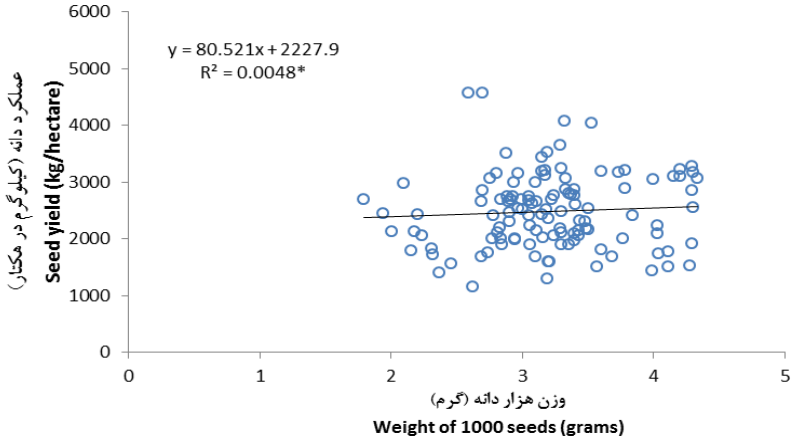
نتایج شکل ۳ نشان داد رابطه بین درصد ورس و عملکرد دانه منفی و معنی‌دار می‌باشد بدین صورت که با افزایش درصد ورس عملکرد دانه نیز به طور مستقیم و معنی‌داری کاهش پیدا کرد، در این رابطه نتایج شکل ۲ نشان داد به ازای افزایش یک درصدی در میزان ورس عملکرد دانه ۳۹/۵ کیلوگرم در هکتار کاهش پیدا کرد. به طور کلی باید بیان کرد بر اساس نتایج این آزمایش هر عاملی که باعث کاهش عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، اجزای عملکرد دانه، ارتفاع بوته و قطر ساقه شود در نهایت عملکرد دانه را نیز کاهش می‌دهد، یا اینکه هر عاملی باعث افزایش در درصد ورس شود در نهایت عملکرد دانه را کاهش می‌دهد، نتایج این آزمایش نشان داد تراکم ۳۰ بوته در متر مربع، رقم دلگان و کشت نشایی تک بوته عواملی هستند که باعث افزایش در عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته و قطر ساقه کلزا می‌شود که در نهایت می‌توانند عملکرد دانه را افزایش دهند. محققان بیان کرده‌اند علت کاهش تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته تحت تاثیر افزایش تراکم، افزایش رقابت بین بوته‌ها و کاهش فضای رشد بوته است، Angadi و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تراکم بوته کلزا گزارش نمودند که با افزایش تراکم بوته کلزا اجزای عملکرد دانه کلزا تحت تأثیر قرار گرفتند (۵۱). Munir and McNeilly (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که تراکم مطلوب تاثیر معنی‌داری بر اجزای عملکرد دانه کلزا داشتند که این امر سبب افزایش عملکرد ماده خشک نهایی می‌شود (۵۲). Clarke (۲۰۱۹) و Clarke and

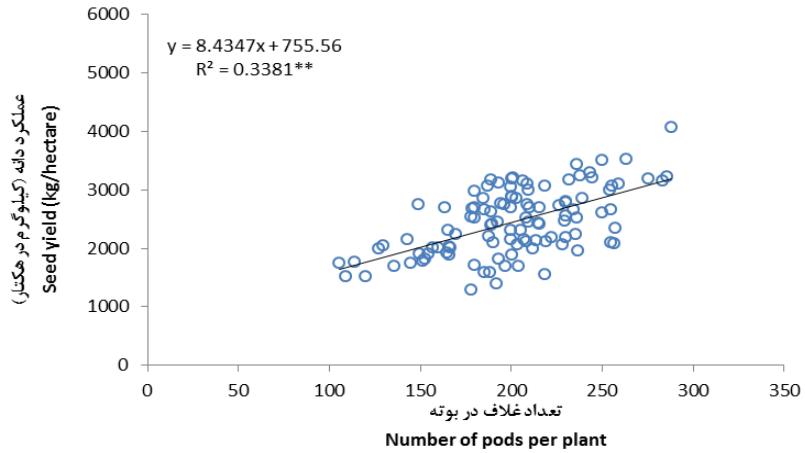
Simpson (۲۰۱۸) افزایش ارتفاع بوته در تراکم زیاد را به کاهش نفوذ نور در سایه انداز گیاهی و افزایش رقابت بین بوته‌ها جهت دریافت نور نسبت دادند، این محققان بیان کردند افزایش ارتفاع بوته بیش از حد مطلوب باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (۵۳ و ۴۷). بر اساس نظر محققان کشت نشایی به دلیل ویژگی های مثبتی که دارد می‌تواند باعث افزایش عملکرد در گیاهانی همچون کلزا که به شدت بد سبزی و عدم استقرار مطلوب در مزرعه را دارند می شود که این امر می تواند از طریق رشد رویشی مطلوب‌تر و کارایی استفاده از آب بیشتر باشد (۴۸).


y = 0.1444x + 675.18
R² = 0.4052**
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
Seed yield (kg/hectare)
عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
Biological yield (kg/ha)


y = 145.56x + 836.81
R² = 0.334**
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
Seedyield (kg/hectare)
قطر ساقه (میلی متر)
Stem diameter (mm)


y = 75.061x + 1063.8
R² = 0.1679*
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
Seed yield (kg/hectare)
تعداد دانه در غلاف
Number of seeds in a pod


y = 80.521x + 2227.9
R² = 0.0048*
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
Seed yield (kg/hectare)
وزن هزار دانه (گرم)
Weight of 1000 seeds (grams)



شکل ۳- رابطه بین عملکرد دانه و صفات اندازه گیری شده (تعداد غلاف در بوته، قطر ساقه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک)

Figure 3- Relationship between grain yield and measured traits (number of pods per plant, stem diameter, weight of 1000 seeds, number of seeds per pod, biological yield)

نتیجه گیری کلی

به طور کلی بر اساس نتایج این آزمایش باید بیان کرد برای موفقیت در کشت کلزا استفاده از کشت نشایی بسیار مفید می‌باشد، به طوری که استفاده از این روش باعث بهبود در صفاتی همچون ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف از سطح زمین، قطر ساقه، اجزای عملکرد دانه و عملکرد دانه در کلزا شد، همچنین رقم دلگان نسبت به رقم هایولا ۵۰ برای کشت نشایی مطلوبیت بیشتری دارد و می‌توان از ان در کشت نشایی کلزا استفاده کرد و با استفاده از این رقم عملکرد دانه بیشتری در کلزا بدست آورد، همچنین بر اساس نتایج این آزمایش تراکم کاشت ۳۰ بوته در متر مربع برای افزایش در عملکرد در کلزا مناسبتر از تراکم ۶۰ بوته در متر مربع می‌باشد، بنابراین استفاده از کشت نشایی همرا با تراکم ۳۰ بوته در متر مربع و رقم دلگان مناسب‌ترین ترکیب برای کاشت در مزرعه کلزا می‌باشد.

منابع

1. Lotfifar, A. and Motaghi, S. 2021. Investigating the effect of interruption of irrigation in different stages of rapeseed growth on rapeseed yield and yield components using meta-analysis. Journal of Crops Improvement. 22 (3): 123-105. (in Persian)
2. Kazemi Eskoi, B., Bandeh Haq, A., Sarikhani, M. and Qasimzadeh, T. 2021. The effect of growth stimulating bacteria in the adjustment of drought stress in rapeseed cultivars. Agricultural knowledge and sustainable production. 31(4): 46-65. (in Persian)
3. Jabbari, B., Mousavi Nik, S.M. and Yadollahi Dehcheshme, P. 2019. Effect of chemical fertilizers and plant density on yield, yield components and oil percentage of castor bean (*Ricinus communis* L.) in Sistan region. Journal of Crop Production Research. 6 (4): 275-289.
4. Fathi, Q., Bani Saidi, A., Siadat, A.K. and Ebrahimpour, F. 2002. The effect of different levels of nitrogen and density on the weather conditions of Khuzestan. Scientific Journal of Agriculture, 25 PF plants on seed yield of canola cultivar. 9(1): 43-57. (in Persian)
5. Rabiei, M., Alinia, F. and Tos Ekhol, P. 2011. The effect of planting date on the yield and yield components of four cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.) as a second crop in Rasht region. Journal of seedling and seed farming. 27(3): 251-267. (in Persian)
6. Morrison, M.J., McVetty, P.E. and Scarth, R. 1990. Effect altering plant density on growth characteristies of summer rape. Canadian Journal of Plant Science. 98: 345-350.
7. Khajapour, M.R. 2007. Principles and basics of agriculture. Academic Jihad Publications of Isfahan Industrial Unit. 402 p. (in Persian)
8. Vantine,M. and Verlinden, S. 2003. Growing organic vegetable transplants. West verginia university. 214 p.

9. Wien, H.C. 1997. The physiology of vegetable Crops Transplanting Department of fruit and Vegetable Science,winter in India. Agronomy Journal. 82: 41-47.
10. Zulfiqaran, A., Alizadeh, A., Khavari, S., Banyan, M. and Ansari, H. 2016. Investigation and comparison of water productivity in direct and indirect cultivation in different irrigation regimes. Iran Irrigation and Drainage Journal. 10: 519-508. (in Persian)
11. Rahnama, A. and Bakhsandeh, A.D. 2005. The effect of sowing date and method of direct sowing and seeding on agricultural characteristics and yield of rape seed in Ahvaz conditions, Iranian Journal of Agricultural Sciences. 7: 336-324. (in Persian)
12. Izadkhah Shisvan, M., Tajbaksh, M., Zardashti, M.R. and Mousavizadeh, A. 2009. Comparison of two planting methods on yield and some quality characteristics of two varieties of edible onion (*Allium cepa* L.). Abstract of the articles of the 6th Iranian Horticultural Congress. (in Persian)
13. Karve, A. D. 2003. High yield of rain-fed cotton through transplanting. Current Science. 84: 974-975.
14. Nurbakhshian, J. 2000. Comparison of yield of rice cultivars in direct cultivation and transplanting. Journal of Agricultural Sciences of Iran. 2 (4): 32-25. (in Persian)
15. Kimber, M. and Gregor, K.L. 1995. Pattern of flower and pod development in rapeseed. Canadian Journal of Plant Science. 61: 275- 282.
16. Ball, R.A., Purcell, L.C. and Vories, E.D. 2000. Optimizing soybean plant population for a short-season production system in the southern USA. Crop Science. 40: 757-764.
17. Turgut, L., Duman, L., Bilgili, U. and Acikgoz, E. 2005. Altemate row spacing and plant density effects in forage and dry matter yield of corn hybrids (*Zea mays* L.). Journal of Agronomy and Crop Science. 191: 140-151.
18. Svecnjak, Z., Varga, B. and Butorac, J. 2006. Yield components of apical and subapical ear contributing to grain yield responses of prolific maize at high and low plant populations. Journal of Agronomy and Crop Science. 192: 37-42.
19. Rajabian, M., Asghari, J., Ehteshami, S.M.R. and Rbiee, M. 2012. Respons of morphological charactristics, yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.) as the second crop after rice to plant density and weed interference duration. Iran Agricultural Research. 31: 17-32.
20. Atta, M.B. 2003. Some characteristics of nigella (*Nigella sativa* L.) seed cultivated in Egypt and its lipid profile. Food Chemistry. 83: 63–68.
21. Donovan, J.T. 1994. Canola (*Brassica rapa*) plant density influences, Tatary black wheat (*Fagopyrum tataricum*) interference, biomass and seed yield. Weed Science. 42: 385-389.
22. Gill, M.S. and Narang, R.S. 1993. Yield analysis in Gobbi Sarson (*Brassica napus* L.) to plant density and nitrogen. Indian Journal of Agronomy. 38: 257-265.
23. Weiss, E.A. 2000. Oil seed crops. Black Weel Sci. Pp: 13-52.

24. Zainli, A., Soltani, A., Khadem Pir, M., Torani, M. and Sheikh, F. 2013. The study of the response of the components of seed yield and green pods of 2 varieties of broad bean to the distance between rows in timely and late cultivation. (4): 195-210. (in Persian)
25. Hamzaei, J., Seidi, M. and Babaei, M. 2015. The effect of density and nitrogen on the quantity and quality of autumn canola seeds in Hamedan conditions. Crop production journal. 8: 159-143. (in Persian)
26. Matinfar, M., Matinfar, M., Mehjoor, M., Shiranirad, A.H. and Mohammadi, R. 2012. The effect of plant density on yield and yield components of rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) in Qazvin region. Scientific-research journal of crop plant ecophysiology. 6: 414-405. (in Persian)
27. Morrison, M.J., McVetty, P.B.E. and Scarth, R. 2010. Effect of row spacing and seeding rate on summer rape in southern Manitoba. Candian Journal of Plant Science, 70: 127-137.
28. Eskandari Torbeghan, M. and Eskandari Torbeghan, M. 2015. The effect of seed rate on seed yield and some agricultural characteristics in spring cultivation under rainfed conditions. Journal of Environmental Stresses in Agricultural Sciences. 8: 158-149. (in Persian)
29. Ilkani, M.N. and Imam, Y. 2003. The effect of plant density on the yield and yield components of two cultivars of winter rapeseed *Brassica napus* L.. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 34: 515-509. (in Persian)
30. French, R.J., Seymour, M. and Malik, R.S. 2016. Plant density response and optimum crop densities for canola (*Brassica napus* L.) in Western Australia. Crop and Pasture Science. 67: 397–408.
31. Zhang, S., Liao, X., Zhang, C. and Xu, H. 2012. Influences of plant density on the seed yield and oil content of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Industrial Crops and Products. 40: 27– 32.
32. Matsuo, N., Yamada, T., Takada, Y., Fukami, K. and Hajika, M. 2018. Effect of plant density on growth and yield of new soybean genotypes grown under early planting condition in southwestern Japan. Plant Production Science. 1-10.
33. Aslam, M.N., Nelson, M., N. Kailis, S.G., Bayliss, K.L., Speijers, J. and Cowling, W. A. 2019. Canola oil increases in polyunsaturated fatty acids and decreases in oleic acid in drought-stressed Mediterranean-type environments. Plant Breed. 128: 4. 348-355.
34. Tohidi-Moghaddam, H. R., Zahedi, H. and Ghooshchi, F. 2011. Oil quality of canola cultivars in response to water stress and super absorbent polymer application. Pesquisa Agropecuária Tropical. Environmental stresses in agricultural sciences. 41: 4. 579-586.
35. Moniruzzaman, M., Halim, G.M.A and Firoz, Z.A. 2009. Performances of French bean as influenced by plat density and nitrogen application. Bangladesh Journal of Agricultural Research. 34: 1. 105-111.

36. Kadivar, S. H., Ghavami, M. Gharachorloo, M. and Delkhosh, B. 2020. Chemical Evaluation of Oil Extracted from Different Varieties of Colza. Food Technology & Nutrition. 7: 2. 19-29. (In Persian).
37. Jafarnoudeh, S., Zainli, A., Soltani, A. and Sheikh, F. 2017. The effect of seed size and planting date on the phenological, morphological and agronomic characteristics of broad beans in rainfed conditions in Gorgan. 19:1. 84-65. (in Persian)
38. Zainli, A., Soltani, A., Khadem Pir, M., Torani, M. and Sheikh, F. 2013. The study of the response of the components of seed yield and green pods of 2 varieties of broad bean to the distance between rows in timely and late cultivation. 4: 195-210. (in Persian)
39. Siadat, A., Sadeghipour, A. and Hashemi Dezfuli, A. 2010. The effect of nitrogen application and plant density on rape yield and yield components. Agricultural Research Journal. 8: 2. 49-61. (in Persian)
40. Onofri, A., Tei, F. and Ciriciofolo, E. 2016. Effect of plant density and rolspacing on winter oil seed rape yield in the Mediterranean area. Agriculture Mediterranean. 126: 1. 40-49.
41. Shahraki, D., Kashani, A., Maskerbashi, M., Nabipour, M. and Dehkordi.K.M. 2017. The effect of density and time of nitrogen consumption on some characteristics of rapeseed, research and development in agriculture and horticulture. 17: 79-56. (in Persian)
42. Rattin, J., Valinote, J. P., Gonzalo, R. and Di Benedetto, A. 2015. Transplant and change in plant density improve sweet maize (*Zea mays* L.) yield. American Journal of Experimental Agriculture. 5: 4. 336-351.
43. Sanchez Andonova, P., Rattin, J. and Di Benedetto, A. 2014. Yield increase as influence by transplanting of sweet corn (*Zea mays* L. saccharata). American Journal of Experimental Agriculture. 4: 11. 1314-1329.
44. Lythgoe, B., Norton, R.M., Nicolas, M.E. and Conner, D.J. 2011. Compensatory and competitive ability of tow canola cultivars. International Journal of Agronomy. 2: 1-8.
45. Bilgili, U., Sincik, M., Uzan, A. and Acikgoz, E. 2013.The influence of row spacing and seeding rat on seed yield and yield components of forge turnip (*Brassica napus* L.). Journal of Agronomy Crop Science. 189: 4. 250-254.
46. Eshaghi, M. Rastgu, M. Poor Yousef, M. and Fotovat, R. 2011. Effect of plant density and growth type on yield, yield components and red bean weeds (*Phaseolus vulgaris* L.). Iran Journal Pulses Research. 2: 2. 19-34.
47. Clarke, J.M. and Simpson, G.M. 2018. Growth analysis of *Brassica napus cultivars*. Tower. Canadian. Journal of Plant Science. 58: 587-595.
48. Singh, T. and A. Singh. 2012. Performance of transplanted canola varieties in relation to age of nursery seedlings and inter-row spacing under late sown condition. Crop Research. 44: 3. 304-310.

49. Tajali, T., Bagheri, A.R. and Hosseini, M., 2011. Effect of salinity on yield and yield components of five canola cultivar. Journal of Plant Ecophysiology. 3: 77-90.
50. Rameeh, V. 2012. Ions uptake, yield and yield attributes of rapeseed exposed to salinity stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 12: 4. 851-861.
51. Angadi, S.V., Cut Forth, H.W., McConkey, B.G. and Gan, Y. 2013. Yield adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. Crop Science, 43: 1358-1366.
52. Munir, M. and McNeilly, T. 2017. Dry matter accumulation, height and seed yield in spring oilseed rape as affected by fertilizer and spacing. Pakistanian Journal of Agriculture. 8:2. 143-149.
53. Clarke, J.M. 2019. Intra-plant variation in number of seeds per pod and seed weight in *Brassica napus*. Canadian Journal of Plant Science. 59: 959-962.

Evaluation of morphological traits and yield components and its relationship with seed yield in rapeseed cultivars (*Brasica napus* L.) under seedling and direct cultivation conditions at different densities.

Abstract

Background and objectives: Since more than 90% of the oil consumed in the country is supplied through imports, it is necessary to pay more attention to the development of oilseed plants and increasing their yield. Due to the smallness of its seeds, rapeseed is very sensitive to the depth of planting and the quality of the planting bed during the process of germination and emergences in the field, therefore seed cultivation is one of the ways to increase yield in rapeseed.

Materials and Methods: In order to investigate some morphological traits, grain yield components and their relationship with grain yield in different rapeseed cultivars under direct seedling cultivation conditions in different experimental densities in the two cropping years 2016-17 and 2017-2018 in Gorgan Agricultural Research Station to Was implemented. The experiment was performed as a split-factorial in a randomized complete block design with three replications and three factors. Experimental factors included: 1- planting method, 2- plant density and 3- cultivar. The main factor was sowing methods in five levels, 1) direct sowing of seeds in the field at the same time as sowing seeds in the seedling tray, 2) direct sowing of seeds in the field at the same time as transplanting the seedlings to the field, 3) cultivation of single plant seedlings 4) mound seedling cultivation contained three seeds and 5) mound seedling cultivation contained five seeds.

Results: The results of this experiment showed that the effect of cultivar, planting method, density and interaction between planting method and cultivar and the interaction effect of planting method and density on morphological traits such as plant height, stem diameter and dormancy percentage in rapeseed were significant. In Delgan cultivar, in all planting methods, the height of the plant and the height of the first pod from the ground was higher than Hayola 50 cultivar. Also, the results of this experiment showed that the effect of variety, planting method, density and the interaction effect of planting method and variety and the interaction effect of density and planting method on the components of seed yield (number of seeds per pod and number of pods per plant) and seed yield in canola plants are significant. The highest grain yield was observed in the treatment of single plant seedling and Delgan cultivar which was equal to 3940.9 kg / ha and Based on the results of comparing the average interaction effect of planting method and density, among the different planting methods, the single plant seedling method led to the highest seed yield in both densities of 30 and 60 plants per square meter, which respectively in densities of 30 and 60 plants per square meter, the seed yield was 3756.6 and 3940.9 kg per hectare.

Conclusion: In general, based on the results of this experiment, it should be stated that the use of single plant seedling, Delgan cultivar and density of 30 plants per square meter is very useful for rapeseed cultivation at Gorgan region.

Keywords: Plant height, density, variety, seed yield, stem diameter, canola.. .