

برآورد ضریب خاموشی، کارایی مصرف تشعشع و ضرایب توزیع ماده خشک رقم

هایولا ۴۰۱ کلزا در اهواز

حسین کمائی^{۱*}، قدرت الله فتحی^۲، علیرضا ابدالی مشهدی^۳، جعفر پوررضاء^۴ و محمدحسین قرینه^۵

* نویسنده مسئول: دانشجوی دکترای فیزیولوژی گروه زراعت دانشگاه لرستان (خرم آباد) (e.kamaei61@yahoo.com)

۲- استاد گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۳- استادیار گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نبات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامهرمز

۵- دانشیار گروه زراعت دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۲۷

چکیده

به منظور برآورد ضریب خاموشی، کارایی مصرف تشعشع و ضرایب توزیع ماده خشک گیاه کلزا رقم هایولا ۴۰۱، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان در قالب فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. تیمارها شامل سه تاریخ کاشت (۸ آذر، ۲۸ آذر و ۱۸ دی) و چهار تراکم (۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ بوته در متر مربع) بودند. مقدار ضریب خاموشی محاسبه شده برای رقم هایولا ۴۰۱ کلزا به طور متوسط با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده حدود ۰/۳۹ بود. مقدار کارایی مصرف تشعشع محاسبه شده برای رقم هایولا ۴۰۱ کلزا به طور متوسط با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده حدود ۰/۹۲ گرم بر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی به دست آمد. سهم تخصیص ماده خشک از مرحله ساقه رفتن تا گلدهی برای برگ‌ها، ساقه‌ها و خورجین‌ها به ترتیب ۰/۷۹/۴۰٪، ۰/۷۶/۳۶٪ و ۰/۴۵/۲۲٪، از مرحله گلدهی تا پر شدن خورجین ۰/۸۵/۱۴٪، ۰/۷۹/۴۷٪ و ۰/۲۵/۳۷٪ و از مرحله پر شدن خورجین تا رسیدگی ۰/۷۷/۴۷٪ و ۰/۶/۴۴٪ به دست آمد. نتایج نشان داد که اثر تراکم بوته بر تخصیص ماده خشک در میان اندام‌های مختلف کلزا رقم هایولا ۴۰۱ معنی‌دار بود اما اختلاف معنی‌داری بین تاریخ‌های مختلف کاشت و اثر متقابل تاریخ کاشت و تراکم بوته بر تخصیص ماده خشک در میان اندام‌های مختلف مشاهده نگردید.

کلید واژه‌ها: تاریخ کاشت، تراکم، شاخص سطح برگ.

مقدمه

گیاهان روغنی با تأمین نیازهای غذایی و صنعتی بشر، در میان گیاهان زراعی دارای جایگاه ویژه‌ای هستند (Fathi et al., 2011). گیاه کلزا به دلیل دارا بودن ویژگی‌های زراعی خاص، در میان نباتات روغنی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Ahmadi and Javidfar, 2011).

(1999) توزیع ماده خشک در اندام‌های گیاهی نه تنها برای تولید عملکرد بیولوژیک بلکه برای سرعت رشد و عملکرد اقتصادی نیز دارای اهمیت است. از عوامل مؤثر در روند تجمع و توزیع ماده خشک در گیاهان زراعی با شرایط محیطی یکسان می‌توان به تراکم و تاریخ کاشت اشاره داشت. تاریخ کاشت یکی از مؤثرترین عوامل در تکمیل مراحل مختلف رشدی گیاه است، زیرا مستقیماً بر

کلیدی در مدل‌های رشد بسیاری از گیاهان هستند (Robertson *et al.*, 2001). مقدار K برای محصولات با برگ‌های به‌طور عمده عمودی، یا با برگ‌های منطبق بر هم که حالت انبوهی ایجاد می‌کنند، بین ۰/۳ تا ۰/۴۵ متغیر است. میزان کارایی مصرف تشعشع برای کلزای پاییزه ۱/۲ و برای کلزای بهاره ۱/۵ گرم ماده خشک به ازای هر مگاژول تشعشع فعال فتوسنتزی می‌باشد. این مقادیر مربوط به قبل از گلدهی بوده و شامل فتوستتر خورجین‌ها نمی‌باشد (Morrison and Stewart, 1995). میزان کارایی مصرف تشعشع در زمان پر شدن دانه در کلزا کاهش یافته و در حدود ۰/۴ تا ۰/۷۵ گرم بر مگاژول می‌باشد (Dwyer *et al.*, 1992; Leach *et al.*, 1989). این آزمایش به‌منظور بررسی سهم اندام‌های مختلف رقم هایولا ۴۰۱ کلزا از تخصیص ماده خشک به‌دست آوردن مقادیر پایه ضریب خاموشی و کارایی مصرف تشعشع و در شرایط اقلیمی اهواز صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز که در عرض جغرافیایی ۳۱ و ۳۶ شمالی و طول ۵۳ و ۴۸ شرقی و ارتفاع ۲۴ متر از سطح دریا قرار دارد، در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. متوسط بارندگی و دمای سالانه محل آزمایش به‌ترتیب ۲۳۵ میلی‌متر و ۲۰/۳۳ درجه سانتی‌گراد بود. خاک محل آزمایش دارای بافت رسی با اسیدیته ۷/۴ و شوری ۳/۶ دسی‌زیمنس بر متر بود. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خاک محل آزمایش، میزان فسفر و پتاس خاک به‌ترتیب ۷/۲ و ۱۱۴ پی‌پی‌ام و میزان مواد آلی و نیترژن به‌ترتیب ۰/۷۶ درصد و ۵/۴ پی پی ام ارزیابی شد. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور تاریخ کاشت در سه سطح (۸ آذر، ۲۸ آذر و ۱۸ دی) و تراکم کاشت در چهار

طول دوره رشد گیاه تأثیر دارد (Poureisa *et al.*, 2008). هم‌چنین جهت استفاده از کلیه عوامل و نهاده‌های تولید، تراکم گیاهی اهمیت خاصی دارد. کم بودن تعداد گیاه در واحد سطح سبب می‌شود که از پتانسیل تولید حداکثر استفاده به عمل نیامده و از طرف دیگر افزایش تراکم موجب افزایش رقابت گردیده و در کارایی گیاه اختلال ایجاد می‌کند (KarimiyanKlyshadrofy *et al.*, 2010). آنالیز توزیع ماده خشک طی رشد و نمو کلزا و شلغم روغنی، نرخ انتقال مواد پرورده به مقصد و هم‌چنین سهم نسبی اندام‌ها در نیازهای آن را نشان می‌دهد. طی دوره‌ی پیش از گلدهی، مشاهده شده که ۷۲ تا ۸۳ درصد کل ماده خشک در برگ‌ها و ۱۷ تا ۲۸ درصد آن در ساقه انباشته می‌شود. در مرحله پس از گلدهی، بیشترین ماده‌ی خشک (۵۰ تا ۵۶ درصد) در ساقه‌ها است که بیشتر این مواد از برگ‌ها که آن‌ها ۸ تا ۱۱ درصد کل ماده‌ی خشک را در این دوره دارا هستند به دست می‌آید (Patil *et al.*, 1997). در مرحله‌ی رسیدگی، ساقه و خورجین‌ها به ترتیب حدود ۴۶ تا ۵۱ و ۴۹ تا ۵۹ درصد کل ماده خشک را شامل می‌شوند. گیاه کلزا در اوایل رشد دارای کمترین شاخص سطح برگ و در زمان گلدهی به حداکثر مقدار شاخص سطح برگ می‌رسد و پس از آن به تدریج شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد به گونه‌ای که در زمان برداشت تقریباً به صفر می‌رسد (Poureisa *et al.*, 2008). محققین بسیاری از جمله KarimiyanKlyshadrofy و همکاران (۲۰۱۰) بر این باورند که با افزایش تراکم، مدت زمان رسیدن به LAI¹ مطلوب کاهش می‌یابد. ضریب خاموشی مقدار کاهش نور در جامعه گیاهی را با عدد بیان می‌کند (Gardner *et al.*, 1990) K² و RUE³ پارامترهای

1- Leaf Area Index

2- Extinction Coefficient

3- Radiation use Efficiency

انتخاب و برگ‌های سبز، زرد و ریزش‌یافته، ساقه‌ها و خورجین‌ها به صورت جداگانه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵۲ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت درون آون قرار گرفتند، سپس وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقادیر واقعی شاخص سطح برگ از روش وزنی در ۵۵، ۷۰، ۸۵، ۱۰۰ و ۱۱۵ روز بعد از کاشت استفاده شد. برای سنجش نسبت تشعشع دریافتی از عکس برداری عمودی استفاده شد. پس از آن فیلم‌ها بلافاصله ظاهر، اسکن و به کامپیوتر منتقل شدند. سپس با نرم‌افزار Image tools و فتوشاپ نسبت پوشش گیاهی که برابر با نسبت تشعشع دریافت شده (FI) است، اندازه‌گیری شد (Rahemi et al., 2006). با توجه به داشتن نسبت تشعشع دریافتی برای تعیین ضریب خاموشی از معادله زیر استفاده شد (AliMadadi et al., 2007):

$$FI=1 - \exp^{-k \times LAI}$$

که در این معادله FI^۱ نسبت تشعشع دریافتی، K ضریب خاموشی بر اساس تشعشع فعال فتوسنتزی و LAI شاخص سطح برگ می‌باشد. برای این کار ابتدا ساعات آفتابی برای هر روز از ایستگاه هواشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین گرفته شد و به تشعشع خورشیدی رسیده تبدیل شد. سپس مقادیر تشعشع خورشیدی رسیده روزانه از حاصل ضرب تشعشع خورشیدی رسیده و نسبت تشعشع دریافتی در هر روز محاسبه شد. پس از آن برای به دست آوردن تشعشع دریافت شده تجمعی، مقدار تشعشع خورشیدی دریافت شده روزانه با مجموع تشعشع دریافتی روزهای قبل جمع شد (Rahemi et al., 2006). کارایی استفاده از تشعشع از شیب خط ماده خشک تجمعی در مقابل تشعشع دریافت شده تجمعی به دست آمد (Sinclair, 1999 and Muchow, 1999). به منظور توصیف روند

سطح (۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ بوته در متر مربع) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار اجرا شد. برای ایجاد تراکم‌های مختلف، فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته روی ردیف‌ها به ترتیب ۶/۶، ۴/۷، ۳/۷ و ۳ در نظر گرفته شد. کاشت به روش دستی و در عمق ۲ سانتی‌متر انجام شد. هر کرت دارای ۷ ردیف کاشت به طول ۳/۵ متر و عرض ۲/۱ متر بود. فاصله بین کرت‌ها ۰/۵ متر و فاصله بین بلوک‌ها نیز حدود ۲ متر در نظر گرفته شد. کود شیمیایی فسفره از منبع فسفات آمونیوم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، کود شیمیایی پتاس از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تأمین شده به همراه یک‌سوم کود نیتروژن یعنی ۶۰ کیلوگرم در هکتار که از منبع اوره برای تأمین آن استفاده شد در زمان کاشت به زمین داده شد. مابقی کود نیتروژن مورد نیاز (۱۲۰ کیلوگرم باقی‌مانده) در ۲ نوبت دیگر، اوایل ساقه رفتن و مرحله گل‌دهی گیاه کلزا تأمین شد. کاشت به طریق خشکه‌کاری و با دست انجام گرفت. برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته مورد نظر در زمان کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف گردید و بعد از استقرار بوته‌ها به منظور دستیابی به تراکم بوته مورد نظر، مزرعه در مرحله ۴-۳ برگی تنک شد. و برای مبارزه با علف‌های هرز، عملیات وجین نیز صورت گرفت. جهت آبیاری مزرعه فاروهای مورد نیاز کشت به فاصله ۳۰ سانتی‌متر با استفاده از شن‌کش ایجاد شدند. سپس با استفاده از نهر کن کانال‌های انتقال آب احداث گردید. آبیاری اول مزرعه بلافاصله بعد از کشت انجام شد. آبیاری‌های بعدی بر اساس نیاز گیاه انجام گرفت. در این آزمایش برای اندازه‌گیری وزن خشک اندام‌های مختلف گیاه در هر نمونه برداری طی مراحل مختلف رشد و نمو شامل مراحل دولپه‌ای، دو برگی، چهار برگی، پنج برگی، ساقه رفتن، گلدهی، پرشدن دانه و رسیدگی از خطوط دوم و سوم ۵ بوته به طور تصادفی

داد، به نحوی که در مرحله گلدهی از ۳/۳۱ در تاریخ کاشت اول به ۱/۸۲ در تاریخ کاشت سوم کاهش یافت (نمودار ۱).

با افزایش تراکم بوته شاخص سطح برگ افزایش نشان داد، به نحوی که در مرحله گلدهی از ۱/۷۲ در تراکم ۵۰ بوته در متر مربع به ۳/۳۲ در تراکم ۱۱۰ بوته در متر مربع افزایش یافت (نمودار ۲). علت کم شدن شاخص سطح برگ با تأخیر در کاشت را می‌توان در کوتاه شدن طول دوره رویشی به علت افزایش طول روز و دمای محیط دانست (Khayat et al., 2010). مشابه با نتایج آزمایش حاضر، گزارش شده است که با افزایش تراکم در گیاه کلزا، LAI افزایش پیدا می‌کند (Karimiyanklyshadrofy et al., 2010). نتایج به دست آمده در جدول (۱) نشان داد که تفاوت میان مقادیر پیش‌بینی شده و واقعی (RMSE)، حدود ۲۰٪ برای LAI بود که نشان‌دهنده کارایی خوب برآوردگر آماری در پیش‌بینی LAI می‌باشد. هم‌چنین همبستگی بالا ($R^2=92$) و معنی‌داری ($P<0/05$) بین مقادیر پیش‌بینی شده و واقعی برای این پارامتر مشاهده شد (Mirhashemi and Banaian, 2012).

تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به روزهای پس از کاشت، از معادله زیر استفاده شد که بهترین برازش را نسبت به نقاط واقعی اندازه‌گیری شده نشان داد (Zarei, 2005):

$$LAI = [(a \times \exp((-a) \times (dap-b) \times c)) / (1 - \exp((-a) \times (dap-b)))^2]$$

که در این معادله LAI شاخص سطح برگ، dap روز پس از کاشت و a-b-c ضرایب معادله می‌باشند. به منظور توصیف نرخ توزیع ماده خشک در اندام‌های مختلف گیاه از مراحل ساقه رفتن تا گلدهی، گلدهی تا پر شدن خورجین و پر شدن خورجین تا رسیدگی از معادله زیر استفاده شد (Mariscal et al., 2000):

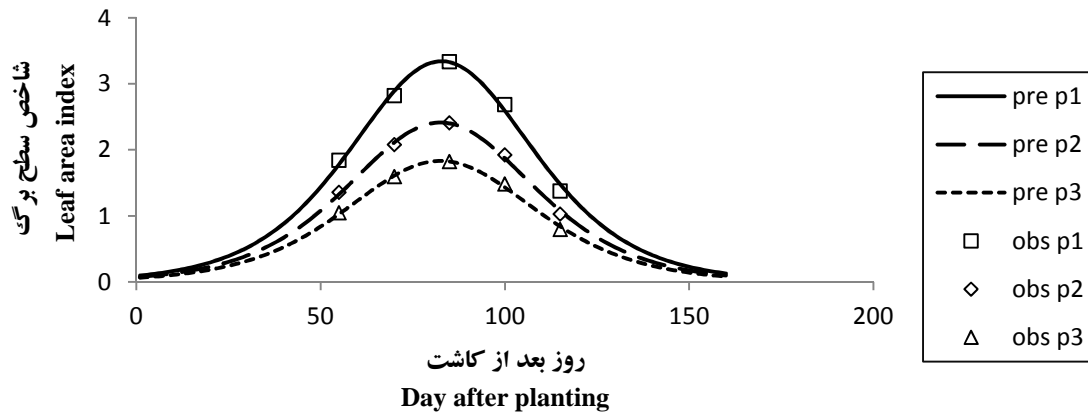
$$(y=bx)$$

که در این معادله b شیب خط کارایی توزیع ماده خشک (درصد) و X روز بعد از کاشت می‌باشد. یعنی ماده خشک تجمعی هر اندام در مقابل باقی‌مانده ماده خشک کل بوته محاسبه شد. تجزیه واریانس داده‌های مختلف به کمک نرم‌افزار SAS انجام گرفت. در صورت معنی‌دار بودن مقادیر F، میانگین‌ها با آزمون LSD مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

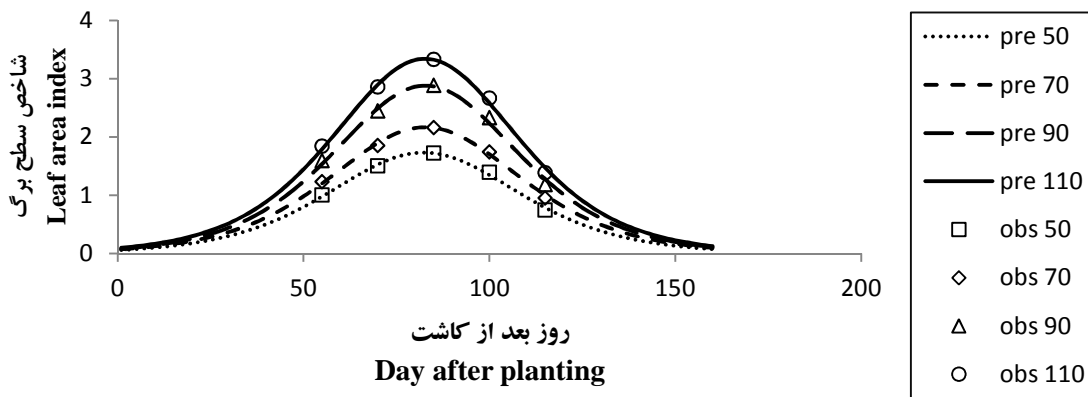
تغییرات شاخص سطح برگ

با تأخیر در کاشت شاخص سطح برگ کاهش نشان



نمودار ۱- تغییرات شاخص سطح برگ در روزهای بعد از کاشت و تاریخ‌های کاشت ۸ آذر (p₁)، ۲۸ آذر (p₂) و ۱۸ دی (p₃)، (pre مربوط به پیش‌بینی و obs مربوط به مشاهدات می‌باشد).

Fig. 1. Changes leaf area index in day after planting and dates November 29th (p₁), December 19th (p₂) and January 8th (p₃). (Pre regarding predicting and obs is Regarding observations).



نمودار ۲- تغییرات شاخص سطح برگ در روزهای پس از کاشت و تراکم‌های ۵۰، ۷۰، ۹۰ و ۱۱۰ بوته در متر مربع. (pre مربوط به پیش‌بینی و obs مربوط به مشاهدات می‌باشد).

Fig. 2. Changes leaf area index day after planting and in densities 50, 70, 90 and 110 Plants per square meter. (Pre regarding predicting and obs is Regarding observations).

جدول ۱- تغییرات شاخص سطح برگ رقم هایولا ۴۰۱ کلزا در تاریخ‌های مختلف و تراکم‌های کاشت

Table 1. Changes leaf area index canola cultivar Hyola 401 in different dates and planting densities

R ²	RMSE	LAI _{max}	c±se	b±se	a±se	فاکتور Factor
0.97	0.429	3.31	223.3±14.45	82.86±1.52	0.06±0.005	90/09/08
0.93	0.538	2.41	163.6±18.66	82.54±2.7	0.059±0.009	90/09/28
0.87	0.564	1.82	126.3±20.06	82.54±3.77	0.058±0.012	90/10/18
0.85	0.609	1.72	119.4±25.21	82.33±5.02	0.058±0.016	50
0.92	0.512	2.16	149.4±21.21	82.75±3.38	0.058±0.011	70
0.95	0.547	2.88	192.0±21.16	82.83±2.59	0.06±0.008	90
0.97	0.411	3.32	222.7±16	82.69±1.69	0.06±0.005	110

(a و c) ضرایب معادله‌ی پیش‌بینی‌کننده‌ی تغییرات شاخص سطح برگ در زمان، (b) زمان وقوع حداکثر شاخص سطح برگ، (LAI_{max}) حداکثر شاخص سطح برگ، (RMSE) جذر میانگین مربعات خطا و (R²) ضریب تبیین می‌باشد.

(a and c): Predictive equation coefficients Changes leaf area index in time, (b): Timing maximum leaf area index, (LAI_{max}): maximum leaf area index, RMSE: Root mean square error and R^2 is Coefficient of determination.

ضریب خاموشی

معادله ۱ به خوبی تغییرات دریافت تشعشع را در مقابل شاخص سطح برگ توجه می کند. در این آزمایش هدف به دست آوردن مقدار پایه ضریب خاموشی در منطقه آزمایش بود. مقدار ضریب خاموشی با افزایش تراکم در تاریخ های مختلف کاشت افزایش یافت. بیشترین ضریب خاموشی به دست آمده برای رقم هایولا ۴۰۱ کلزا در تاریخ کاشت اول و تراکم ۱۱۰ بوته در متر مربع با میانگین ۰/۴۷۶ و کمترین ضریب خاموشی به دست آمده در تاریخ کاشت سوم و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۰/۳۰۸ به دست آمد (جدول ۲). مقدار ضریب خاموشی محاسبه شده بر اساس تشعشع فعال فتوسنتزی برای رقم هایولا ۴۰۱ کلزا به طور متوسط با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده در این آزمایش در حدود ۰/۳۹ بود (جدول ۲). Thomson and Siddique (۱۹۹۷) گزارش کردند که مقادیر کارایی مصرف نور و ضریب خاموشی متفاوت می تواند به خوبی نشان دهنده تفاوت فیزیولوژیک بین گیاهان و در نتیجه تفاوت در تولید ماده خشک در آنها باشد. Maddonni و

همکاران (۲۰۰۱) بیان داشتند که تراکم گیاهی از طریق تأثیر بر زاویه و اندازه برگ بر ضریب خاموشی مؤثر واقع می شود. Majd Nasiri and Ahmadi (۲۰۰۶) با آزمایش خود بر روی گیاه گلرنگ رقم اراک ۲۸۱۸ به این نتیجه رسیدند که میزان ضریب خاموشی با افزایش تراکم از ۱۳/۳ به ۴۰ بوته در متر مربع از ۱/۰۸ به ۰/۵۵ کاهش یافت. هم چنین با تأخیر در کاشت گیاه گلرنگ رقم اراک ۲۸۱۸ از بهار به تابستان میزان ضریب خاموشی در تراکم ۴۰ بوته در متر مربع از ۰/۵۴ به کاهش و در تراکم ۱۳/۳ بوته در متر مربع از ۱/۰۸ به ۱/۳۵ افزایش نشان داد. به نظر می رسد مقدار ضریب خاموشی به چگونگی توزیع برگ ها و مقدار نور عبور یافته توسط کانوپی بستگی دارد که با افزایش تراکم، تغییری در نحوه توزیع برگ ها صورت نمی گیرد.

کارایی مصرف تشعشع

کارایی مصرف تشعشع از برآزش رابطه خطی بین تشعشع تجمعی دریافت شده و ماده خشک تجمعی محاسبه شد که شیب این خط کارایی مصرف تشعشع می باشد (جدول ۳).

جدول ۲- ضریب خاموشی رقم هایولا ۴۰۱ کلزا در تاریخ های مختلف و تراکم های کاشت

Table 2. extinction coefficient canola cultivar Hyola 401 in different dates and planting densities

R^2	RMSE	K±se	تاریخ-تراکم کاشت	
			Date-	planting density
0.993	0.053	0.416±0.028	50	90/09/08
0.989	0.059	0.432±0.032	70	
0.992	0.066	0.464±0.04	90	
0.992	0.068	0.476±0.043	110	
0.997	0.018	0.335±0.01	50	90/09/28
0.989	0.033	0.37±0.017	70	
0.988	0.058	0.422±0.031	90	
0.99	0.069	0.452±0.039	110	
0.997	0.012	0.308±0.009	50	90/10/18
0.997	0.016	0.331±0.009	70	
0.996	0.028	0.372±0.015	90	
0.994	0.057	0.433±0.032	110	

K: ضریب خاموشی، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R^2 ضریب تبیین می باشد.

K: extinction coefficient, RMSE: Root mean square error and R^2 is Coefficient of determination.

جدول ۳- کارایی مصرف تشعشع رقم هایولا ۴۰۱ کلزا در تاریخ‌های مختلف و تراکم‌های کاشت

Table 3. Radiation use efficiency canola cultivar Hyola 401 in different dates and planting densities

R ²	RMSE	b±se	تاریخ-تراکم کاشت Date- planting density
0.961	98.72	0.695±0.07	50
0.956	140.93	0.877±0.093	70
0.941	209.14	0.941±0.117	90
0.941	244.08	1.043±0.13	110
0.997	65.01	1.024±0.077	50
0.989	65.05	0.931±0.053	70
0.988	84.94	0.886±0.053	90
0.99	109.77	0.968±0.062	110
0.988	42.05	1.19±0.065	50
0.991	44.43	1.067±0.048	70
0.982	81.53	0.942±0.062	90
0.984	89.59	0.806±0.05	110

b: شیب خط کارایی استفاده از تشعشع (گرم بر مگاژول)، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می‌باشد.

b: Line slope of radiation use efficiency (g/MJ), RMSE: Root mean square error and R² is Coefficient of determination.

زیادی همچون ورس بوته‌ها، تسریع پیری برگ‌های پایینی گیاه، محدودیت جذب نیتروژن از خاک و محدودیت آب و عناصر غذایی از عوامل کاهش‌دهنده RUE در تراکم‌های بالا می‌باشد (Leach *et al.*, 1998). Dwyer و همکاران (۱۹۹۲) اظهار داشتند که RUE از عوامل مدیریتی نظیر تاریخ کاشت، تراکم و فواصل بوته تأثیر می‌گیرد.

Karimiyanklyshadrofy و همکاران (۲۰۱۰) میزان RUE را در تراکم‌های ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ بوته در متر مربع گیاه کلزا، به ترتیب ۱/۸۵، ۲/۰۲ و ۱/۶۳ گرم بر مگاژول به دست آوردند. این امر ناشی از آن می‌شود که در تراکم بالا تحرک نور در بین شاخساره گیاه دچار اختلال می‌شود و رسیدن به کارایی مصرف تشعشع مناسب را کاهش می‌دهد.

الگوی توزیع ماده خشک

بررسی تخصیص ماده خشک به برگ از مرحله ساقه رفتن تا گلدهی نشان داد که ضریب تخصیص ماده خشک به برگ با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده در این آزمایش به طور متوسط در حدود ۳۹/۲ تا ۴۲/۲٪ است. در میان فاکتورهای موجود اختلاف معنی‌داری بین میزان تخصیص ماده خشک به برگ در تاریخ‌های

در این آزمایش هدف به دست آوردن مقدار پایه کارایی مصرف تشعشع در منطقه آزمایش بود. بیشترین میزان RUE در تاریخ کاشت سوم و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۱/۱۹ گرم بر مگاژول و کمترین میزان RUE در تاریخ کاشت اول و تراکم ۵۰ بوته در متر مربع با میانگین ۰/۶۹۵ گرم بر مگاژول برای تراکم‌های مختلف به دست آمد (جدول ۳). میزان RUE به دست آمده برای رقم هایولا ۴۰۱ کلزا به طور متوسط با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده در این آزمایش در حدود ۰/۹۲ گرم بر مگاژول بود. با افزایش تراکم در تاریخ کاشت اول RUE روندی صعودی نشان داد که این روند با افزایش تراکم در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم نزولی بود. در تاریخ کاشت اول با افزایش تراکم گیاهی، میزان تشعشع فعال فتوسنتزی جذب شده به دلیل افزایش شاخص سطح برگ افزایش یافت که نتیجه آن افزایش کارایی مصرف تشعشع توسط گیاه شد (Leach *et al.*, 1989). در تاریخ‌های کاشت دوم و سوم با افزایش تراکم، کارایی مصرف تشعشع با وجود افزایش شاخص سطح برگ کاهش نشان داد که شاید به دلیل رقابت بر سر منابع غذایی در شرایط محیطی نامطلوب و ورس بوته‌ها ناشی از وزش بادهای شدید در منطقه و در نتیجه آرایش نامناسب برگ‌ها باشد. عوامل

۱۱۰ بوته در متر مربع ضریب تخصیص ماده خشک به ساقه ۱۴٪ افزایش یافت (جدول ۵). بررسی تخصیص ماده خشک به خورجین از مرحله ساقه رفتن تا گلدهی نشان داد که ضریب تخصیص ماده خشک به خورجین با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده به طور متوسط در حدود ۱۶/۹ تا ۲۸٪ است در بین فاکتورهای موجود، اختلاف معنی داری میان ضریب تخصیص ماده خشک به خورجین در تاریخ‌های کاشت مختلف مشاهده نگردید. اما در میان تراکم‌های موجود، اختلاف معنی داری مشاهده شد به گونه‌ای که با افزایش تراکم از ۵۰ بوته در متر مربع به ۱۱۰ بوته در متر مربع ضریب تخصیص ماده خشک به خورجین ۱۱/۱٪ افزایش یافت (جدول ۶).

کاشت مختلف مشاهده نگردید. هم‌چنین در میان تراکم‌های ۵۰، ۷۰ و ۹۰ بوته نیز از نظر ضریب تخصیص ماده خشک به برگ اختلاف معنی داری مشاهده نشد و فقط تراکم کاشت ۱۱۰ بوته با سایر تراکم‌ها اختلاف معنی داری داشت (جدول ۴). بررسی تخصیص ماده خشک به ساقه از مرحله ساقه رفتن تا گلدهی نشان داد که ضریب تخصیص ماده خشک به ساقه با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده به طور متوسط حدود ۲۹/۷ تا ۴۳/۷٪ است. در میان فاکتورهای موجود اختلاف معنی داری بین ضریب تخصیص ماده خشک به ساقه در تاریخ‌های کاشت مختلف مشاهده نگردید. اما در میان تراکم‌های موجود، اختلاف معنی داری مشاهده شد به گونه‌ای که با افزایش تراکم از ۵۰ بوته در متر مربع به

جدول ۴- ضرایب معادله توصیف‌کننده ($y=b_x$) توزیع ماده خشک به برگ از مرحله ساقه رفتن تا گلدهی

Table 4. Describing equation coefficients ($y=b_x$) distribution of dry matter in leaves from the stem elongation stage to flowering

R ²	RMSE	b±se	فاکتور Factor
0.999	6.74	0.405±0.002	90/09/08
0.998	11.14	0.399±0.005	90/09/28
0.997	11.98	0.410±0.006	90/10/18
			Planting date
0.999	5.32	0.422±0.003	50
0.999	2.46	0.416±0.001	70
0.999	9.07	0.408±0.003	90
0.999	5.92	0.392±0.002	110
			تراکم کاشت Planting density

b: شیب خط کارایی توزیع ماده خشک به برگ، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می‌باشد.

b: Line slope efficiency distribution of dry matter to leaves, RMSE: Root mean square error and R² is Coefficient of determination.

جدول ۵- ضرایب معادله توصیف‌کننده ($y=b_x$) توزیع ماده خشک به ساقه از مرحله ساقه رفتن تا گلدهی

Table 5. Describing equation coefficients ($y=b_x$) distribution of dry matter in shoot from the stem elongation stage to flowering

R ²	RMSE	b±se	فاکتور Factor
0.99	33.4	0.385±0.01	90/09/08
0.98	37.84	0.381±0.019	90/09/28
0.97	35.95	0.399±0.018	90/10/18
			Planting date
0.998	6.05	0.297±0.004	50
0.999	2.93	0.347±0.001	70
0.999	1.94	0.384±0.008	90
0.998	16.09	0.437±0.006	110
			تراکم کاشت Planting density

b: شیب خط کارایی توزیع ماده خشک به ساقه، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می‌باشد.

b: Line slope efficiency distribution of dry matter to shoot, RMSE: Root mean square error and R² is Coefficient of determination.

جدول ۶- ضرایب معادله توصیف کننده ($y=b_x$) توزیع ماده خشک به خورجین از مرحله ساقه رفتن تا گلدهیTable 6. Describing equation coefficients ($y=b_x$) distribution of dry matter in pod from the stem elongation stage to flowering

R ²	RMSE	b±se	فاکتور Factor
0.97	27.88	0.208±0.008	90/09/08
0.96	26.95	0.218±0.013	90/09/28
0.94	25.75	0.189±0.012	90/10/18
			تاریخ کاشت Planting date
0.999	2.35	0.280±0.001	
0.998	5.14	0.235±0.002	70
0.996	10.28	0.207±0.004	90
0.994	12.37	0.169±0.004	110
			تراکم کاشت Planting density

b: شیب خط کارایی توزیع ماده خشک به خورجین، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می باشد.

b: Line slope efficiency distribution of dry matter to pod, RMSE: Root mean square error and R² is Coefficient of determination.

۵۹/۱٪ است که بر اساس نتایج به دست آمده اختلاف ضریب تخصیص ماده خشک به ساقه در تاریخ های کاشت مختلف معنی دار نبود. اثر تراکم بوته بر ضریب تخصیص ماده خشک به ساقه معنی دار بود به گونه ای که با افزایش تراکم ۲۲/۴٪ افزایش نشان داد (جدول ۸). ضریب تخصیص ماده خشک به خورجین در این مرحله با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده به طور متوسط در حدود ۳۰/۹ تا ۴۳/۶٪ است. اثر تاریخ کاشت بر ضریب تخصیص ماده خشک به خورجین در این مرحله معنی دار نبود اما اثر تراکم معنی دار بود به طوریکه با افزایش تراکم میزان تخصیص ماده خشک به خورجین ۱۲/۷٪ کاهش نشان داد (جدول ۹). می توان نتیجه گرفت که از کل ماده خشک تولید شده از مرحله گلدهی تا پر شدن خورجین به طور متوسط حدود ۱۴/۸۵٪ به برگ ها، ۴۷/۹٪ به ساقه ها و ۳۷/۲۵٪ به خورجین ها تخصیص داده می شود. رشد ساقه در آغاز کند است سپس به تندی تا ۸۰ روز پس از کاشت افزایش می یابد و در مراحل بعدی تا اندازه ای ثابت می ماند. افزایش رشد خورجین ها به طور چشمگیری در افزایش ماده خشک کل گیاه در این دوره مشارکت دارد (Ramana and Ghildiyal, 1997). در نتیجه به نظر می رسد که خورجین ها مواد پرورده را برای رشد خود و هم چنین پشتیبانی رشد بذرها می سازد.

می توان نتیجه گرفت که به طور متوسط از کل ماده خشک تولید شده از مرحله ساقه رفتن تا گلدهی حدود ۴۰/۷۹٪ به برگ ها، ۳۶/۷۶٪ به ساقه ها و ۲۲/۴۵٪ به خورجین ها تخصیص داده می شود. Morrison and Stewart (۱۹۹۵) نشان دادند که تراکم بوته باعث افزایش رقابت درون گونه ای شده و با تحریک مرستم انتهایی و افزایش ارتفاع گیاه برای دریافت نور، تعداد شاخه کمتری تولید می شود. دلیل کاهش سهم برگ و افزایش سهم اندام های دیگر گیاه از تخصیص ماده خشک در این مرحله نسبت به دوره قبل از گلدهی را می توان همزمانی پیری جزئی برگ ها و جای گرفتن برگ های پایینی در سایه با رشد فزاینده ساقه و نمو خورجین دانست. بررسی تخصیص ماده خشک به برگ از مرحله گلدهی تا پر شدن خورجین نشان داد که ضریب تخصیص ماده خشک به برگ با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده به طور متوسط در حدود ۹/۸ تا ۱۹/۵٪ است. در میان فاکتورهای موجود اختلاف معنی داری از نظر ضریب تخصیص ماده خشک به برگ ها مشاهده نگردید (جدول ۷).

بررسی تخصیص ماده خشک به ساقه از مرحله گلدهی تا پر شدن خورجین نشان داد که ضریب تخصیص ماده خشک به ساقه با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده به طور متوسط در حدود ۳۶/۷ تا

جدول ۷- ضرایب معادله توصیف کننده ($y=b_x$) توزیع ماده خشک به برگ از مرحله گلدهی تا پر شدن خورجین

Table 7. Describing equation coefficients ($y=b_x$) distribution of dry matter in leaves from the flowering stage to filling pod

R ²	RMSE	b±se	فاکتور Factor
0.944	26.43	0.118±0.01	90/09/08
0.94	22.4	0.121±0.011	90/09/28
0.934	19.5	0.118±0.011	90/10/18
			تاریخ کاشت
			Planting date
0.999	1.83	0.195±0.001	50
0.999	1.003	0.139±0.0006	70
0.998	4.33	0.11±0.002	90
0.999	1.4	0.098±0.0004	110
			تراکم کاشت
			Planting density

b: شیب خط کارایی توزیع ماده خشک به برگ، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می باشد.

b: Line slope efficiency distribution of dry matter to leaves, RMSE: Root mean square error and R² is Coefficient of determination.

جدول ۸- ضرایب معادله توصیف کننده ($y=b_x$) توزیع ماده خشک به ساقه از مرحله گلدهی تا پر شدن خورجین

Table 8. Describing equation coefficients ($y=b_x$) distribution of dry matter in shoot from the flowering stage to filling pod

R ²	RMSE	b±se	فاکتور Factor
0.986	56.78	0.523±0.023	90/09/08
0.977	56.16	0.505±0.028	90/09/28
0.972	58.46	0.556±0.035	90/10/18
			تاریخ کاشت
			Planting date
0.997	8.95	0.367±0.007	50
0.998	11.45	0.455±0.007	70
0.999	10.64	0.52±0.005	90
0.998	23.77	0.591±0.01	110
			تراکم کاشت
			Planting density

b: شیب خط کارایی توزیع ماده خشک به ساقه، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می باشد.

b: Line slope efficiency distribution of dry matter to shoot, RMSE: Root mean square error and R² is Coefficient of determination.

جدول ۹- ضرایب معادله توصیف کننده ($y=b_x$) توزیع ماده خشک به خورجین از مرحله گلدهی تا پر شدن خورجین

Table 9. Describing equation coefficients ($y=b_x$) distribution of dry matter in pod from the flowering stage to filling pod

R ²	RMSE	b±se	فاکتور Factor
0.99	31.97	0.357±0.013	90/09/08
0.984	34.76	0.373±0.017	90/09/28
0.96	40.87	0.324±0.024	90/10/18
			تاریخ کاشت
			Planting date
0.998	7.92	0.436±0.006	50
0.998	11.54	0.405±0.007	70
0.999	6.52	0.369±0.003	90
0.993	23.94	0.309±0.01	110
			تراکم کاشت
			Planting density

b: شیب خط کارایی توزیع ماده خشک به خورجین، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می باشد.

b: Line slope efficiency distribution of dry matter to pod, RMSE: Root mean square error and R² is Coefficient of determination.

به گونه‌ای که با افزایش تراکم از ۵۰ به ۱۱۰ بوته در متر مربع ضریب تخصیص ماده خشک به ساقه ۲/۲۱٪ افزایش یافت (جدول ۱۱). بررسی تخصیص ماده خشک به خورجین از مرحله پرشدن خورجین تا رسیدگی نشان داد که ضریب تخصیص ماده خشک به خورجین با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده به طور متوسط در حدود ۳۶/۲ تا ۵۰/۸٪ است. بین تاریخ‌های کاشت مختلف از نظر تخصیص ماده خشک به خورجین در این مرحله اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین با وجود کاهش تخصیص ماده خشک به خورجین با افزایش تراکم اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نگردید (جدول ۱۲).

بررسی تخصیص ماده خشک به برگ از مرحله پرشدن خورجین تا رسیدگی نشان داد که ضریب تخصیص ماده خشک به برگ با توجه به تیمارهای مختلف اعمال شده به طور متوسط در حدود ۶/۵ تا ۱۳/۱٪ است. در میان فاکتورهای موجود با وجود کاهش تخصیص ماده خشک با تأخیر در کاشت و افزایش تراکم اختلاف معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نگردید. (جدول ۱۰). ضریب تخصیص ماده خشک به ساقه در این مرحله حدود ۳۶ تا ۵۷/۲٪ است. در میان فاکتورهای موجود اختلاف معنی‌داری از نظر ضریب تخصیص ماده خشک به ساقه در تاریخ‌های کاشت مختلف مشاهده نشد، اما در میان تراکم‌ها این اختلاف معنی‌دار بود.

جدول ۱۰- ضرایب معادله توصیف‌کننده ($y=b_x$) توزیع ماده خشک به برگ از مرحله پرشدن خورجین تا رسیدگی

Table 10. Describing equation coefficients ($y=b_x$) distribution of dry matter in leaves from the filling pod stage to maturity

R ²	RMSE	b±se	فاکتور Factor
0.753	41.17	0.084±0.012	90/09/08
0.697	36.34	0.079±0.013	90/09/28
0.691	29.26	0.077±0.012	90/10/18
			Planting date
0.787	32.11	0.131±0.02	50
0.813	29.12	0.098±0.013	70
0.743	32.11	0.072±0.011	90
0.727	38.55	0.065±0.013	110
			تراکم کاشت Planting density

b: شیب خط کارایی توزیع ماده خشک به برگ، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می‌باشد.

b: Line slope efficiency distribution of dry matter to leaves, RMSE: Root mean square error and R² is Coefficient of determination.

جدول ۱۱- ضرایب معادله توصیف‌کننده ($y=b_x$) توزیع ماده خشک به ساقه از مرحله پرشدن خورجین تا رسیدگی

Table 11. Describing equation coefficients ($y=b_x$) distribution of dry matter in shoot from the filling pod stage to maturity

R ²	RMSE	b±se	فاکتور Factor
0.985	53.15	0.505±0.016	90/09/08
0.979	49.88	0.491±0.017	90/09/28
0.978	42.80	0.514±0.018	90/10/18
			Planting date
0.997	8.4	0.360±0.005	50
0.998	10.21	0.448±0.004	70
0.998	12.73	0.505±0.004	90
0.998	23.60	0.572±0.008	110
			تراکم کاشت Planting density

b: شیب خط کارایی توزیع ماده خشک به ساقه، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می‌باشد.

b: Line slope efficiency distribution of dry matter to shoot, RMSE: Root mean square error and R² is Coefficient of determination.

جدول ۱۲- ضرایب معادله توصیف کننده ($y=b_x$) توزیع ماده خشک به خورجین از مرحله پرشدن خورجین تا رسیدگی

Table 12. Describing equation coefficients ($y=b_x$) distribution of dry matter in pod from the filling pod stage to maturity

R ²	RMSE	b±se	فاکتور Factor
0.969	62.25	0.410±0.019	90/09/08
0.97	51.96	0.428±0.018	90/09/28
0.968	41.83	0.407±0.017	90/10/18
			تاریخ کاشت Planting date
0.978	35.82	0.508±0.022	50
0.985	33.52	0.452±0.015	70
0.982	42.95	0.421±0.015	90
0.977	52.57	0.362±0.018	110
			تراکم کاشت Planting density

b: شیب خط کارایی توزیع ماده خشک به خورجین، RMSE: جذر میانگین مربعات خطا و R² ضریب تبیین می باشد.

b: Line slope efficiency distribution of dry matter to pod, RMSE: Root mean square error and R² is Coefficient of determination.

با توجه به نتایج می توان گفت که از کل ماده خشک تولید شده از مرحله پرشدن خورجین تا رسیدگی به طور متوسط حدود ۷/۷٪ به برگ ها، ۴۷/۷٪ به ساقه ها و ۴۴/۶٪ به خورجین ها تخصیص داده می شود. در آزمایش Patil و همکاران (۱۹۹۷) بر روی کلزا و شلغم روغنی مشاهده شد که از کل ماده خشک تولید شده در مرحله پس از گلدهی حدود ۹/۷٪ به برگ ها، ۵۱/۳٪ به ساقه ها و ۳۹٪ به خورجین تخصیص داده می شود. این امر نشان می دهد که تولید ماده خشک از مرحله گلدهی به بعد تحت حمایت گسترده خورجین می باشد اما این امر بستگی به میزان انتقال و توزیع ماده خشک به دانه دارد و در این صورت بر روی عملکرد دانه و کیفیت دانه مؤثر است. خورجین ها در کلزا و شلغم روغنی به عنوان اندام عمده مشارکت کننده در سطح فتوسنتزی در بیشتر دوره های پس از گلدهی به شمار می آید (Ramana and Ghildiyal, 1997). به نظر می رسد که ورود مواد پرورده به ساقه از مرحله پس از گلدهی تا رسیدگی کم و بیش ثابت باقی می ماند.

نتیجه گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش تراکم، شاخص سطح برگ به علت افزایش تعداد بوته و زیاد شدن تعداد برگ ها سیر صعودی داشت. هم چنین با تأخیر

آزمایش‌های دیگر در این زمینه الزامی است. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که اعمال تاریخ کاشت و تراکم گیاهی مناسب به‌عنوان دو ابزار مدیریتی، می‌تواند امکان بهره‌وری بیشتر رقم هایولا ۴۰۱ کلزا از تشعشع خورشیدی و ضریب خاموشی پایین‌تر را فراهم کرده و منجر به تخصیص ماده خشک بیشتری به اندام‌های زایشی جهت بهبود عملکرد آن شود. توصیه می‌شود که در منطقه خوزستان از تاریخ کاشت زودتری نسبت به ۹ آذر و تراکم بیشتر از ۹۰ بوته در متر مربع برای رقم هایولا ۴۰۱ کلزا استفاده شود.

در کاشت شاخص سطح برگ به‌علت کوتاه شدن طول دوره رویشی و افزایش طول روز و دمای محیط روندی نزولی نشان داد. مقادیر ضریب خاموشی به‌دست آمده بین تاریخ‌های مختلف کاشت و تراکم‌های بوته تفاوت معنی‌داری نشان ندادند و مقدار آن بر اساس تشعشع فعال فتوسنتزی برای رقم هایولا ۴۰۱ کلزا ۰/۳۹ بود. هم‌چنین میزان RUE حدود ۰/۹۲ گرم بر مگازول به‌دست آمد. اثر تراکم بوته بر توزیع ماده خشک بیشتر از تاریخ کاشت بود که شاید دلیل آن شباهت‌های اقلیمی از نظر طول روز و دوره نوری به‌دلیل فاصله زمانی کم بین تاریخ‌های مختلف کاشت باشد. پس نیاز به انجام

References

1. Ahmadi, M.R. and Javidfar, F. 1999. Plant Nutrition rapeseed oil (Translation). Publications joint stock company culture and development of oilseed crops, pp: 194. [In Farsi]
2. AliMadadi, A., Jahansouz, M., Ahmadi, A., and Tavakol Afshari, R. 2007. Evaluation of light uses efficiency, extinction coefficient and receives radiation of indifferent varieties of cowpea, green gram and kidney beans in second crop. Research and Development, 71: 67-75. [In Farsi]
3. Berkenkemp, B. 1973. A Growth stage key for rape. Canadian Journal of Plant Science, 53: 473 p.
4. Dwyer, L., Stewart, R., Hamilton, I., and Honwing, L. 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. Agronomy Journal, 84: 430-438.
5. Fathi, G., Siadat, S.A., and Hemaity, S.S. 2003. Effect of sowing date on yield and yield components of three oilseed rape varieties. Acta Agronomica Hungarica, 51(3): 249-255.
6. Fathi, GH., Moradi Talavat, M.R., and Naderi, A. 2011. Physiology of rape. Publications University of Chamran Ahvaz, pp: 248. [In Farsi]
7. Fowler, J.L., and Ray, L.L. 1977. Response of two cotton genotypes to five equidistant spacing patterns. Agronomy Journal, 69:733-738.
8. Gardner, F., peires, P., and Michel, R.L. 1990. Physiology of crop plants, translations Srmadnya, H., and Kouchaki, A. Publications University of Mashhad, pp: 113-124. [In Farsi]

9. Karimiyan Klyshadrofy, M., Kouchaki, A., and Nasiri Mahalati, M. 2010. Effect of nitrogen fertilizer and plant density on the uptake and light use efficiency in two spring rapeseed cultivars. *Iran Agricultural Research*, 7(1): 163-172. [In Farsi]
10. Khayat, M., Lak, Sh., Ghohari, M., and Motiei, M. 2010. Effect of planting date on growth curve and yield rapeseed geno types. *Journal of Specialized Crop Physiology*, 1(1): 1-11. [In Farsi]
11. Leach, J., Stevenson, H., and Ran bow, A. J. 1998. Effect of high plant population on the growth and yield of winter oil seed rape. *Journal of Agricultural Camb Science*, 132: 137-180.
12. Leach, J.E., Milford, G.F.J., Mullen, L.A., Scott, T., and Stevenson, H.J. 1989. Accumulation of dry matter in oilseed rape crops in relation to the reflection and absorption of solar radiation by different canopy structures. *Aspects of Applied Biology*, 23: 117-123.
13. Maddonni, G.A., Otegui, M.E., and Cirilo, A.G. 2001. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize canopy architecture and light attenuation. *Field Crops Research*, 71: 183-193.
14. Majd Nasiri, B., and Ahmadi, M. 2006. The affect of planting season and plant space in the distribution and absorption of light in the different geno types of safflower plant. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 36(1): 63-73. [In Farsi]
15. Major, D. J. 1980. Environmental effects on flowering. In: Fehr, W.R., and H.H., Hadley. (ed_s), *Hybridization of crop plants*. Madison, Wisconsin, USA. pp: 1-11.
16. Mariscal, M.J., Orgaz, F., and Villalobos, F.J. 2000. Radiation use efficiency and dry matter partitioning of a young olive (*Olea europaea*) orchard. *Tree Physiology*, 20: 65-72.
17. Mendham, N.J., Russel, J., and Yarosz, N.K. 1990. Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oil seed rape (*Brassica napus L.*). *Journal of Agricultural Cambridge Science*, 114: 274-285.
18. Mirhashemi, M. and Banaian, M. 2012. A simple model for simulate the yield of rape under drought stress. *The first National Conference on Agricultural Meteorology and Water Management*, 1-13. [In Farsi]
19. Morrison, J.M. and Stewart, D.W. 1995. Radiation use Efficiency in summer Rape. *Agronomy Journal*, 87: 1139-1142.
20. Patil, B.N., Lakkineni, K.C., and Bhargava, S.C. 1997. On togomic changes in growth and assimilate distribution as in fluenced by N supply in rapeseed mustard. *Journal of Agronomy Crop Science*, 178: 15-21.
21. Peter, G., Sorny, V., and Hrvska, L. 2005. *Physiology of crop yield, translation* Kouchski, A., and Bnaian, M.P. Publications University of Mashhad, pp: 380. [In Farsi]

22. Poureisa, M., Nabipour, M., and Mamaghani, R. 2008. Evaluation of phonological characteristics of rapeseed in four sowing dates and their correlation with yield and yield components. *Journal of Agriculture*, 30(1): 45-60. [In Farsi]
23. Rahemi, A., Soltani, A., and Pourreza, G. 2006. Modeling dry matter production of peas. First National Conference bean articles. Research Institute of Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, 19-21. [In Farsi]
24. Ramana, S., and Ghildiyal, M.C. 1997. Contribution of leaf photosynthesis towards seed yield in Brassica species. *Journal of Agronomy Crop Science*, 178: 185-187.
25. Robertson, M.J., Silim, S., Chauhan, Y.S., and Ranganathan, R. 2001. Predicting growth and development of pigeon pea: biomass accumulation and partitioning. *Field Crops Research*, 70: 89-100.
26. Sinclair, T.R. and Muchow, R.C. 1999. Radiation use efficiency. *Adv. Agron*, 65: 215-265.
27. Thomson, B.D. and Siddique, K.H.M. 1997. Grain legume species in low rainfall Mediterranean type environments II. Canopy development, radiation interception, and dry matter production. *Field Crops Research*, 54: 189-199.
28. Zarei, H. 2005. Prediction production and distribution of dry matter in pea plants. Master's thesis. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, pp: 31. [In Farsi]