"مجله علوم زراعی ایران"
جلد دهم، شماره ۳، پائیز ۱۳۸۷

اثر فواصل ردیف کاشت بر درصد جذب تابش، عملکرد دانه و شاخص‌های رشد ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در کشت دوم بعد از برنج

Effect of row spacing on light interception, grain yield and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as second crop following rice

محمد هادی حسین‌زاده[۱]، مسعود اصفهانی[۲]، محمد ربیعی[۳] و بابک ربیعی[۴]

چکیده

حسین زاده، م. هـ. م. اصفهانی، م. ربیعی، و ب. ربیعی. ۱۳۸۷. اثر فواصل ردیف کاشت بر درصد جذب تابش، عملکرد دانه و شاخص های رشد ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) در کشت دوم بعد از برنج. **مجله علوم زراعی ایران.** ۱۰(۳): ۳۰۲-۲۸۱.

به منظور بررسی اثر فواصل ردیف کاشت بر عملکرد دانه و تغییرات شاخص های رشد ارقام کلزا (*Brassica napus* L.) به صورت کشت دوم در اراضی شالیزاری، آزمایشی طی دو سال زراعی ۸۳ -۱۳۸۲ و ۸٤-۱۳۸۳ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت) اجرا شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. چهار رقم کلزا به نام‌های Hyola308، RGS003، PF7045/91 (ساری گل) و Hyola401 به عنوان عامل اصلی و سه فاصله ردیف کاشت ۲۰ ، ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر با تراکم ثابت ٤۰ بوته در متر مربع به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌های دو ساله نشان داد که رقم ساری گل (PF7045/91) در هر دو سال دارای حداکثر سرعت رشد نسبی (RGR) (٤/۲۹ گرم بر گرم در ۱۰ درجه روز - رشد، سرعت رشد گیاه (CGR) (۹/۲۵ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز - رشد)، شاخص سطح برگ (LAI) (۱/۸۹) و سرعت جذب خالص (NAR) (۱۵/۸۹ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز - رشد)، عملکرد دانه (۲۰٤۳ کیلو گرم در هکتار) و درصد روغن دانه (۳٤/۱۹ درصد) بود و از این لحاظ اختلاف معنی داری در سطح احتمال یک درصد با سایر ارقام داشت و رقم Hyola308 از نظر شاخص‌های فوق کمترین مقدار را دارا بود. مقایسه تأثیر فواصل ردیف کاشت بر شاخص های رشد ارقام مورد مطالعه نشان داد که فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر نسبت به سایر فواصل کاشت دارای بیشترین RGR (٤/۲۸ گرم بر گرم در ۱۰ درجه روز - رشد)، CGR (٦/۹۸ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز - رشد)، LAI (۱/۷۰٦)، NAR (۱۰/۲۵ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز - رشد)، عملکرد دانه (۱۷۷۷ کیلو گرم در هکتار) و درصد روغن (۳۳/۳۵ درصد) در هر دو سال آزمایش بود و از لحاظ LAI و NAR اختلاف معنی داری با سایر فواصل ردیف کاشت داشت. رقم PF7045/91 بیشترین و رقم Hyola308 کمترین درصد جذب تابش (به ترتیب ۷۵/۵ و ٦۱/۵ درصد) را در بین ارقام کلزا داشتند و فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر نیز بیشترین درصد جذب تابش (٦۸/۵ درصد) را دارا بود. به طور کلی رقم PF7045/91 دارای حداکثر سرعت رشد نسبی (RGR)، سرعت رشد گیاه (CGR)، شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت جذب خالص (NAR)، درصد جذب تابش، عملکرد دانه و درصد روغن دانه بود و فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر با وجود عدم اختلاف معنی دار از لحاظ صفات ذکر شده نسبت به فواصل دیگر برتری داشت.

واژه های کلیدی: جذب تابش، شاخص های رشد، فاصله ردیف کاشت، کلزا، عملکرد دانه و درصد روغن.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۲/۲۵

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
۲- دانشیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان (مکاتبه کننده) Email address: mesfahan@yahoo.com
۳- پژوهشگر مؤسسه تحقیقات برنج کشور
۴- استادیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

مقدمه

رشد و نمو گیاه فرایند های اساسی برای ادامه حیات و تکثیر یک گونه است. این مراحل پیوسته در طول دوره زندگی ادامه داشته و بستگی به وجود مریستم ها، مواد فتوسنتزی، هورمون ها و دیگر مواد رشد و یک محیط مناسب دارد. در فیزیولوژی گیاهان زراعی منظور از رشد، افزایش میزان ماده خشک گیاه است. تولید ماده خشک گیاهی به عنوان تابعی از نور جذب شده در طول دوره رشد و راندمان استفاده از نور، تحت تأثیر ساختار کانوپی است (Beheshti *et al.*, 2002). یکی از پیش شرط‌های لازم برای دستیابی به عملکرد بالا، تأمین شرایط مطلوب برای استفاده از تابش به منظور تولید مواد فتوسنتزی در بالاترین حد کارایی آن است (Muchow *et al.*, 1990). این هدف با تغییر تراکم بوته و توزیع بوته ها در واحد سطح زمین میسر است (Ganjali *et al.*, 1997). توزیع یکنواخت بوته بر توزیع مناسب تابش در درون پوشش گیاهی مؤثر است، بنابراین تأثیر مهم آرایش کاشت بر تولید محصول، عمدتاً به دلیل تفاوت در چگونگی توزیع انرژی خورشیدی است که در نهایت منجر به افزایش جذب تابش و عملکرد بیشتر می‌شود (Ganjali and Majidi, 1997). بنابراین برای دستیابی به حداکثر محصول علاوه بر داشتن تراکم مطلوب، نحوه توزیع بوته‌ها و متعاقب آن ساختمان پوشش گیاهی از اهمیت زیادی برخوردار است (Egli, 1991). در این ارتباط محققان اظهار داشتند که آرایش هندسی مناسب گیاهان در مزرعه موجب توزیع یکنواخت تابش در داخل پوشش گیاهی شده و ممکن است عملکرد را افزایش دهد (Duncan, 1986). یکی از راهکارها برای رسیدن به این هدف تغییر فواصل ردیف کاشت است. توزیع یکنواخت بوته ها ی مزرعه بر توزیع تابش در درون پوشش گیاهی مؤثر است، بنابراین اثر اصلی فاصله کاشت و آرایش کاشت بر تولید محصول عمدتاً به دلیل تفاوت در چگونگی توزیع انرژی خورشیدی است که نهایتاً منجر به افزایش افزایش جذب تابش و عملکرد می‌شود. محققان وجود همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و شاخص سطح برگ موجود در اواسط گل‌دهی را در کلزا گزارش کردند (Gabrielle *et al.*, 1998 و Thurling, 1974). نقش برگ‌ها در عملکرد می‌تواند در تعیین اندازه مقصد هایی نظیر تعداد خورجین در گیاه مهم باشد. در همین رابطه برخی محققان معتقدند که در شاخص سطح برگ برابر، در ردیف‌های باریک تر، به علت توزیع یکنواخت‌تر برگ‌ها، جذب تابش بیشتر از ردیف‌های پهن بود (Shaw and Weber, 1967). موریسون و همکاران (Morrison *et al.*,1990b) در همین مورد اظهار داشتند که گیاهانی که در فاصله ردیف ۱۵ سانتی متر کاشته شده بودند، در مقایسه با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر، مقدار ماده خشک در واحد سطح و طول رویش آنها زیادتر بود و در نتیجه شاخص سطح برگ بیشتری داشتند. در ضمن تحقیقات نشان داده است که گیاهانی که در فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر کاشته شده بودند، بسته شدن کانوپی آنها ۲ تا ۳ روز زودتر صورت گرفت (Johnson and Hanson, 2003). موریسون و همکاران (Morrison *et al.*, 1990a) گزارش کردند که گیاهانی که در فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر کاشته شده بودند در مقایسه با فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر، عملکرد بیشتری داشتند. جانسون و هنسون (Johnson and Hanson, 2003) گزارش کردند که عملکرد بیشتر در فاصله کشت باریک‌تر نسبت به ردیف های عریض‌تر، به دلیل توزیع یکنواخت بوته ها است که باعث توزیع مناسب تابش خورشیدی در پوشش گیاهی شده و در نتیجه باعث کاهش رقابت درون گونه‌ای می‌شود و این موضوع باعث افزایش تعداد خورجین در هر بوته می‌شود.

شاخص سطح برگ در ارتباط تنگاتنگ با سطح برگ بوده و سطح برگ روی تولید ماده خشک گیاه اثر دارد. آلن و مورگان (Allen and Morgan, 1972) گزارش کردند که با توجه به اینکه برگ های کلزا در

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

هنگام شروع رشد خورجین پیر شده و می‌ریزند، مواد فتوسنتزی کمی را برای تشکیل دانه تامین کرده یا اینکه نقشی در آن ندارند. اسکات و همکاران (Scott *et al.,* 1973b; Scott *et al.,* 1973a) پیشنهاد کردند که چون برگ ها در زمانی که خورجین ها کوچک هستند، پیر شده‌اند، ساقه ها و خورجین‌ها باید مقادیر قابل توجهی مواد پرورده را برای رشد دانه تامین کنند. در مراحل مختلف چرخه زندگی گیاه، شاخص سطح برگ (LAI) و آرایش فضایی اندام های هوایی گیاهی عوامل مؤثری در مقدار جذب تابش ورودی به درون پوشش گیاهی هستند (Dwyer *et al.,*1992). احمدوند و کوچکی(Ahmadvand and Koocheki, 1998) در بررسی اثر تراکم و آرایش کاشت بر عملکرد سویا گزارش کردند که در تمام مراحل رشد، LAI در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی متر همواره از دو فاصله ردیف ۲۵ و ۳۰ سانتی متر بیشتر بود و تفاوت بین دو فاصله ردیف کاشت ۲۵ و ۳۰ سانتی متر در اوایل فصل رشد جزئی بوده و در مراحل انتهایی فصل نیز اختلافی مشاهده نشد. برخی محققان نیز بیان داشته‌اند که در یک تراکم ثابت، با کاهش فاصله ردیف های کاشت، فضای رشدی هر بوته افزایش یافته و برگ‌ها توسعه مناسب تری می یابند (Shaw and Weber, 1967; Shibles and Weber, 1995). کلارک و سیمپسون (Clarke and Simpson, 1978a) نشان دادند که سرعت رشد گیاه با LAI تا مقدار حدود ۳ رابطه خطی دارد، ولی با افزایش بیشتر LAI ، به مقدار ناچیزی افزایش پیدا می کند، زیرا در LAI حدود ۳ تقریباً کل تابش ورودی دریافت می‌شود. رائو و همکاران (Rao *et al.,* 1991) گزارش کردند که کاهش سطح برگ‌ها و به تبع آن نفوذ بهتر نور و نوردهی بهتر برگ های کوچک، منجر به افزایش راندمان رشد گیاه کلزا می‌شود.

هدف از انجام این تحقیق، مطالعه اثر فواصل ردیف کاشت بر شاخص‌های رشد در چهار رقم کلزا بود. در این تحقیق به منظور تفسیر بهتر نتایج علاوه بر شاخص‌های رشد، صفات عملکرد دانه، درصد روغن دانه و درصد جذب تابش نیز مورد بررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی دو سال زراعی ۸۳ -۱۳۸۲ و ۸۴ - ۱۳۸۳ در مزرعه مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ به اجرا گذاشته شد. میانگین دمای هوا، میزان بارندگی و مجموع ساعات آفتابی ماهانه دو سال اجرای آزمایش در جدول یک ارائه شده است (جدول ۱). خاک محل اجرای آزمایش دارای ۴ درصد شن، ۵۲ درصد سیلت و ۴۴ درصد رس بوده و در کلاس بافتی سیلتی- رسی قرار دارد و اسیدیته آن ۶/۹ بود.

این آزمایش بصورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد که در آن فاکتور اصلی شامل چهار رقم Hyola308 (بهاره و زودرس)، RGS003 (بهاره و متوسطرس)، ساری گل یا PF7045/91 (بینابین و دیررس) و Hyola401 (بهاره و متوسطرس) و فاکتور فرعی شامل سه فاصله ردیف کاشت ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر (با تراکم ثابت ۴۰ بوته در متر مربع) بود. برای ایجاد دقیق فواصل ردیف کاشت مورد نظر، کشت به صورت نشایی انجام شد. زمین محل اجرای آزمایش در سال های ۸۲ و ۸۳ زیر کشت برنج بود. در هر کرت فرعی، فواصل ردیف ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر، به ترتیب شامل ۱۰، ۸ و ۷ خط کاشت به طول ۴ متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف به ترتیب، ۱۲/۵، ۱۰ و ۸/۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند. برای جلوگیری از غرقاب شدن زمین و خروج آب اضافی، زه‌کش‌هایی در اطراف و بین کرت‌های اصلی حفر شدند. بعد از برداشت برنج در اواخر شهریور، عملیات شخم توسط تیلر انجام و همراه با شخم، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاس از منبع سولفات پتاسیم به خاک داده شد و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی برای فصل زراعی در ایستگاه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت در سال های ۱۳۸۳-۱۳۸۲ و ۱۳۸۴-۱۳۸۳

Table 1. Meteorological information for field station of Rice Research Institute of Iran in 2003-2004 and 2004-2005 cropping seasons.

		دما (درجه سانتیگراد) Temperature (ºC)				مجموع نزولات (میلی متر) Total precipitation (mm)		مجموع ساعات آفتابی Total sunny hours	
		۱۳۸۲-۱۳۸۳ 2003-2004		۱۳۸۳-۱۳۸۴ 2004-2005					
Month	ماه	کمینه Min.	بیشینه Max.	کمینه Min.	بیشینه Max.	۱۳۸۲-۱۳۸۳ 2003-2004	۱۳۸۳-۱۳۸۴ 2004-2005	۱۳۸۲-۱۳۸۳ 2003-2004	۱۳۸۳-۱۳۸۴ 2004-2005
Dec.	دی	4.4	14.9	2.5	12.6	58.2	188.6	112.1	130
Jan.	بهمن	5.4	16.1	0.6	8.3	55.9	256.9	135.3	81.6
Feb.	اسفند	5.6	13.3	5	15.4	172.4	50.1	79.3	106.2
Mar.	فروردین	8.2	19.7	7.1	17.9	164.4	97	218.2	153
Apr.	اردیبهشت	13.6	21.7	13.9	22.4	77.2	53.5	118.6	141.7
May.	خرداد	16.8	26	18.3	27.6	70.9	54.4	232.5	234.9
Mean.	میانگین	9.0	18.6	7.9	17.3				
Total	مجموع					599	700.5	896	847.4

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

همچنین ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره، قبل از نشاکاری، به خاک اضافه گردید. برای کنترل علف‌های‌هرز از علف‌کش ترفلان، به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار قبل از کاشت استفاده شد. انتقال گیاهچه های کلزا به زمین اصلی در مرحله ی ۵ تا ۷ برگی (مراحل رشدی ۱/۰۵ تا ۱/۰۷ بر اساس جدول کد بندی سیلوستر- برادلی و میکپیس) (Sylvester Bradley and Makepeace, 1984) انجام گرفت. حدود یک ماه بعد، عملیات وجین به صورت دستی انجام شد. پس از رفع کامل سرمای زمستانه، کود نیتروژن سرک در دو مرحله (قبل از ساقه رفتن و قبل از گل‌دهی، به ترتیب در مراحل رشدی ۲ و ۳/۳) به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره مصرف شد. در طول دوره رشد گیاهان هیچ گونه بیماری و آفتی مشاهده نشد. با توجه به کفایت نزولات جوی در طول دوره رویش، آبیاری انجام نشد. در سال دوم به دلیل بارش سنگین برف، تعداد محدودی از گیاهچه ها از بین رفتند که در مرحله رشدی ۱/۰۶ مبادرت به واکاری شد. مطالعه مراحل فنولوژیک با دیده بانی ۲ روز یک بار از مزرعه روی ۳ بوته از هر کرت فرعی و بر اساس کدبندی سیلوستر- برادلی و میکپیس انجام شد. پس از استقرار کامل گیاهچه ها در زمین و رشد مجدد آنها، نمونه برداری از مزرعه انجام شد. هر۱۴ روز یک بار با رعایت اثر حاشیه‌ای نمونه برداری صورت گرفت و به طور تصادفی بوته‌های موجود در ۰/۲۵ مترمربع از هر کرت فرعی برداشت شدند (اولین نمونه برداری در مرحله رشدی ۲/۲ و آخرین نمونه برداری در مرحله رشدی ۶/۸ - بر اساس جدول کد بندی سیلوستر- برادلی- انجام شد). سپس این بوته ها در پلاستیک‌های جداگانه و شماره گذاری شده قرار داده شدند و برای مراحل بعدی به آزمایشگاه منتقل گردیدند. برای اندازه گیری سطح برگ بوته های برداشت شده، پس از جداسازی برگ ها از ساقه، سطح آنها بوسیله دستگاه اندازه گیری سطح برگ (مدل Li-COR–USA) اندازه گیری شد. پس از اندازه گیری سطح برگ، برگ ها و مجموع ساقه و خورجین هر گیاه، بطور جداگانه در پاکت‌های کاغذی قرار داده شد. وزن خشک نمونه ها پس از خشکانیدن آنها در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت در آون، توسط ترازو توزین شد. برای مطالعه شاخص‌های رشد شامل سرعت رشد نسبی[1] (RGR) سرعت رشد محصول[2] (CGR)، شاخص سطح برگ[3] (LAI) و NAR از سه عامل وزن خشک کل گیاه[4] (TDW) ، وزن خشک برگ[5] (LDW) و تغییرات سطح برگ[6] (LA) استفاده شد. برای تعیین روند رشد گیاه از واحد درجه روز- رشد[7] (GDD) استفاده شد. برای این منظور از آمار هواشناسی شامل حداقل و حداکثر درجه حرارت استفاده گردید. درجه حرارت پایه گیاهی (T_b) برای کلزا، ۵ درجه سانتی گراد در نظر گرفته شد (Sidlauskas and Bernotas, 2003). برای تعیین درصد جذب تابش[8] (LI%) پس از بسته شدن کامل سایه‌انداز گیاهی، در مراحل رشدی ۵/۴ ، ۵/۹ و ۶/۶، در روزهای کاملاً آفتابی، بین ساعات ۱۱ تا ۱۳، مقدار تابش فعال فتوسنتزی[9] (PAR) ، با استفاده از دستگاه سنجش تابش (Skye Instruments LTD, UK)، در بالا و عمق سایه انداز در ۴ نقطه از هر کرت فرعی اندازه گیری و میانگین آنها به عنوان تابش دریافتی در محدوده PAR برای هر کرت فرعی در نظر گرفته شد (Singer, 2001). برای تعیین درصد جذب تابش (LI%) از رابطه زیر استفاده شد (Wells *et al.*, 1991):

$$LI\% = (1 - I/I_0) \times 100 \qquad (۱)$$

I = میزان تابش در زیر سایه انداز گیاهی I_0 = میزان تابش در بالای سایه انداز گیاهی.

1- Relative Growth Rate
2- Crop Growth Rate
3- Leaf Area Index
4- Total Dry Weight
5- Leaf Dry Weight
6- Leaf Area
7- Growing Degree Days
8- Light Interception
9- Photosynthetic Active Radiation

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

کلیه محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۶/۱۲ و SPSS نسخه ۱۱/۹ و ترسیم نمودارها با نرم افزار Excel نسخه ۲۰۰۳ انجام شد. ضرایب همبستگی با استفاده از نرم افزار SPSS (روش Pearson) انجام گرفت.

نتایج و بحث

میانگین دمای حداقل و حداکثر، میزان بارندگی و مجموع ساعات آفتابی ماهیانه در دو سال زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ در جدول یک ارائه شده است (جدول ۱). میانگین حداقل و حداکثر دما در سال زراعی ۱۳۸۳ نسبت به سال زراعی ۱۳۸۲، به ترتیب ۱/۱ و ۱/۳ درجه سانتیگراد خنک تر بود. در سال زراعی ۱۳۸۲ و در ماههای دی و بهمن که زمان استقرار گیاهچه های کلزا در زمین اصلی بود، دمای هوا بسیار مناسب بود، اما در سال زراعی ۱۳۸۳ کاهش شدید دما به خصوص در بهمن ماه (به دلیل بارش سنگین برف در اواخر بهمن ماه) باعث شد که بر خلاف سال اول، گیاهچه‌های کلزا رشد رویشی مناسبی قبل از گلدهی نداشته باشند. میزان بارندگی در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۲، ۱۶/۹ میلی‌متر بیشتر بود، اما در سال ۱۳۸۳ میزان بارندگی در ماههای اسفند، فروردین، اردیبهشت و خرداد که مقارن با رشد و نمو گیاه و پر شدن دانه‌هاست، کمتر بود. میانگین ساعات آفتابی در سال ۱۳۸۳ نسبت به سال ۱۳۸۲، ۸/۱ ساعت کاهش داشت. مجموع شرایط محیطی(دما، بارندگی و مجموع ساعات آفتابی) در سال اول آزمایش(۱۳۸۲) نسبت به سال دوم آزمایش(۱۳۸۳) برای رشد گیاه کلزا (در شرایط این آزمایش) مناسب‌تر بود. در نتیجه اثر سال بر روی همه صفات مورد بررسی در این آزمایش در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). برای جلوگیری از تکرار، این موضوع در ارائه نتایج مربوط به صفات مورد بررسی قید نخواهد شد.

درصد جذب تابش

بررسی مقدار درصد جذب تابش(در محدوده PAR) برای ارقام کلزا و فواصل ردیف کاشت مختلف در دو سال آزمایش نشان داد که رقم ساری گل یا PF7045/91 بیشترین درصد جذب تابش و رقم Hyola308 کمترین مقدار درصد جذب تابش را داشتند. همچنین فاصله کشت ۲۰ سانتی‌متر بیشترین درصد جذب تابش را داشت (شکل‌های ۱، ۲، ۵ و۶).

به طور کلی تولید ماده خشک گیاهی و در نهایت دستیابی به عملکرد بالا به طور مستقیم به مقدار نور جذب شده توسط پوشش گیاهی بستگی دارد و در این میان سطح برگ و آرایش فضایی اندام های هوایی از عوامل مؤثر و مهم در مقدار جذب تابش ورودی به پوشش گیاهی در مراحل مختلف چرخه زندگی گیاه هستند. بررسی مقدار سطح برگ (LA) ارقام کلزا نشان داد که رقم ساری گل یا PF7045/91 به دلیل دارا بودن سطح برگ بیشتر در دو سال آزمایش، درصد جذب تابش بالاتری نسبت به ارقام دیگر داشت و رقم Hyola308 که دارای کمترین مقدار سطح برگ در هر دو سال آزمایش بود به دلیل کم بودن سطح برگ و کامل نبودن پوشش گیاهی قسمت عمده‌ای از تابش ورودی به پوشش گیاهی را جذب نکرده و کمترین درصد جذب تابش را داشت. بررسی محققان نشان داده است که جذب تابش با سطح برگ (LA) رابطه مستقیم دارد و با افزایش سطح برگ، میزان دریافت تابش هم بیشتر می‌شود، اما چون افزایش سطح برگ در زمان گلدهی متوقف می‌شود، مدیریت های زراعی باید به ترتیبی اعمال شود که فتوسنتز گیاه از طریق دریافت تمام یا بخش عمده تابش خورشیدی، به حداکثر برسد (Dwyer *et al.*,1992 و Shibles and Weber, 1995). در آزمایش حاضر به نظر می‌رسد که رقم ساری گل یا PF7045/91 به دلیل شاخص سطح برگ بیشتر، ارتفاع بلندتر و توزیع مناسب‌تر برگ های آن بر روی ساقه‌ها و درنتیجه انتقال بهتر تابش خورشیدی به عمق پوشش گیاهی، از کارایی مصرف تابش بهتری برخوردار بوده (۲/۳۳ گرم بر مگاژول) (Hosseinzadeh *et al*., 2007)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای صفات گیاهی مورد مطالعه در چهار رقم کلزا در کشت دوم بعد از برنج در دو سال (۱۳۸۳-۱۳۸۲ و ۱۳۸۴-۱۳۸۳)

Table 2- Combined analysis of variance for plant characteristics in fuor rapeseed cultivars as second crop following rice

			میانگین مربعات MS					
منابع تغییرات S.O.V		درجه آزادی df	سرعت رشد نسبی RGR[1]	سرعت رشد گیاه CGR[2]	شاخص سطح برگ LAI[3]	سرعت جذب خالص NAR[4]	عملکرد دانه GY[5]	درصد روغن OC[6]
Year (Y)	سال	1	5.57**	172.09**	10.14**	737.82**	48412062**	208**
R/Year	سال/تکرار	6	0.00008	1.51	0.06	5.009	718988	10.96
Cultivar (C)	رقم	3	0.003**	70.21**	1.78**	384.81**	2328743**	36.7**
C×Y	سال × رقم	3	0.0001**	8.004**	0.24**	169.08**	90420**	44.7**
Error a	خطای a	18	0.00002	0.55	0.07	0.68	125579	6.5
Row Spacing (R)	فاصله کشت	2	0.000005 ns	0.27 ns	0.102*	1.92*	42009 ns	1.6 ns
R×Y	سال × فاصله کشت	2	0.00004 ns	0.33 ns	0.098*	4.75**	64572 ns	0.5 ns
C×R	رقم × فاصله کشت	6	0.00003 ns	0.53 ns	0.72 *	3.86*	109626 ns	2.5 ns
C×R×Y	سال ×رقم ×فاصله کشت	6	0.00002 ns	0.73 ns	0.028 ns	0.53 ns	81287 ns	4.3 ns
Error b	خطا b	48	0.00001	0.33	0.022	0.25	73209	2.4
CV (%)	درصد ضریب تغییرات	-	1.5	8.4	9.5	5.01	15.5	4.7

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ .

ns: Non- significant

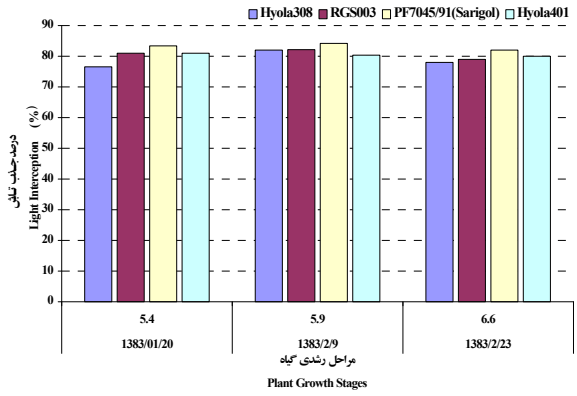
ns: غیر معنی دار

1 ,2 ……, 6 are abbreviations for: Relative Growth Rate, Crop Growth Rate, Leaf Area Index, Net Assimilation Rate, Grain Yield and Oil content, respectively.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

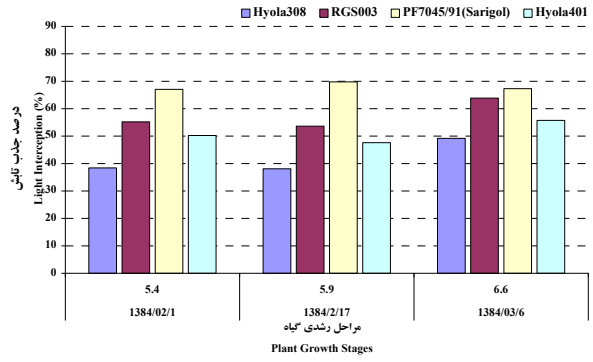
[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

و با توجه به ارتباط نزدیک شاخص سطح برگ، دریافت تابش خورشیدی و سرعت رشد گیاه، مقدار CGR در رقم ساری گل یا PF7045/91 بیشتر از سایر ارقام بوده است (شکل‌های ۱۷ و ۱۸) و از بالاترین عملکرد دانه نیز برخوردار بوده است (جدول ۳). این شرایط در فواصل ردیف کاشت نیز وجود داشت، در فاصله کشت ۲۰ سانتی‌متر به دلیل توزیع یکنواخت تر اندام های هوایی، بالاترین درصد جذب تابش (۶۸/۵ درصد) و حداکثر CGR (به ترتیب شکل‌های ۱۹، ۲۰، ۵ و ۶)، حاصل شد. مزیت دیگر این فواصل ردیف نزدیک‌تر (هم‌فاصله = مربع)، امکان دریافت حداکثر تابش و کاهش رقابت بین بوته‌های روی ردیف می‌باشد (Hossinzadeh *et al.*, 2007). به نظر می‌رسد که بالاتر بودن عملکرد دانه و درصد روغن در فاصله کشت ۲۰ سانتی‌متر (جدول ۳)، به علت بالاتر بودن درصد جذب تابش آن بوده باشد.



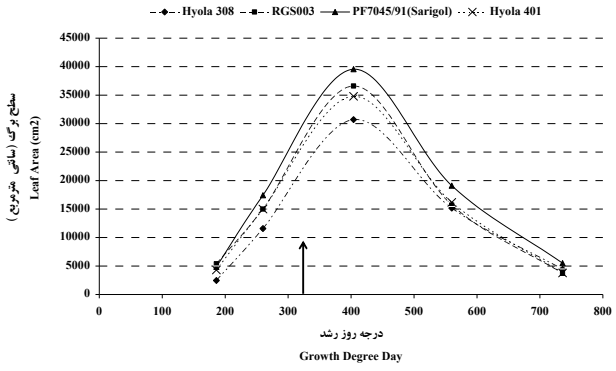
شکل ۱- درصد جذب تابش برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 1. Light interception (%) for four rapeseed cultivars, in 2003-2004 cropping season



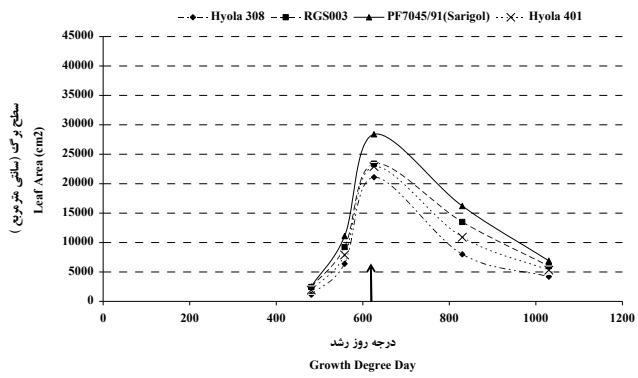
شکل ۲- درصد جذب تابش برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 2. Light interception (%) for four rapeseed cultivars, in 2004-2005 cropping season



شکل ۳- تغییرات سطح برگ برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 3. Variation in leaf area for four rapeseed cultivars, in 2003-2004 cropping season



شکل ۴- تغییرات سطح برگ برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 4. Variation in leaf area for four rapeseed cultivars, in 2004-2005 cropping season

(پیکان‌ها نشان دهنده ی میانگین زمان گلدهیِ ارقام کلزا می باشد)

(The arrows indicade the mean of flowering time for rapeseed cultivars)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

جدول ۳- اثر سال، رقم و فاصله ردیف کاشت بر میانگین صفات گیاهی مورد مطالعه در چهار رقم کلزا در، به صورت کشت دوم بعد از برنج در دو سال زراعی (۱۳۸۳-۱۳۸۲ و ۱۳۸۴-۱۳۸۳)

Table 3- Effect of year, cultivar and row spacing on mean of plant characteristics in four rapeseed cultivars as second crop follwing rice in 2003-2004 and 2004-2005 cropping seasons.

تیمار Treatment	سرعت رشد نسبی RGR (g/g.10GDD)	سرعت رشد محصول CGR (g/m^2.10GDD)	شاخص سطح برگ LAI	سرعت جذب خالص NAR (g/m^2.10GDD)	عملکرددانه (کیلوگرم‌در هکتار) GY (kg/ha)	درصد روغن O.C%	تعداد خورجین در بوته NS	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم‌درهکتار) BY (kg/ha)	طول دوره رویش (روز) GD (Day)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) PH (cm)	تعداد شاخه‌های فرعی درجه یک AB1	تعداد شاخه‌های فرعی درجه دو AB2
						Cropping Season فصل زراعی						
2003-2004	4.52b	5.55b	1.97a	7.32b	2448a	34.6a	223.6a	8618a	118.8a	106a	3.3b	4.3a
2004-2005	4.85a	10.64a	1.31b	12.86a	1028b	31.6b	121.5b	4645b	140.7b	69b	4.1a	3.1b
						Cultivar رقم						
Hyola308	4.26d	5.15c	1.26c	6.99d	1303b	31.36b	147.2c	4489b	126.8d	69.2c	2.87c	3.33b
RGS003	4.28b	6.63b	1.77ab	9.52b	1817a	33.67a	177.8b	7100a	130.9b	88.2b	3.7b	3.66ab
Sarigol	4.29a	9.25a	1.89a	15.89a	2043a	34.19a	230.9a	7968a	132.7a	103.9a	4.87a	4.45a
Hyola401	4.27c	6.54b	1.63b	7.97c	1788a	33.3ab	134.7c	9697a	128.6c	88.7b	3.58b	3.45b
					Row spacing (cm)	فاصله‌ردیف کاشت (سانتی‌متر)						
20	4.281a	6.98a	1.706a	10.25a	1777a	33.35a	173.2a	6544ab	128.7b	87.3a	3.68a	3.65a
25	4.280a	6.90a	1.609b	9.91b	1731a	32.9a	173.5a	6111b	130.3a	87.6a	3.84a	3.84a
30	4.280a	6.79a	1.607b	10.12ab	1706a	33.15a	171.3a	7238a	130.3a	87.3a	3.75a	3.7a

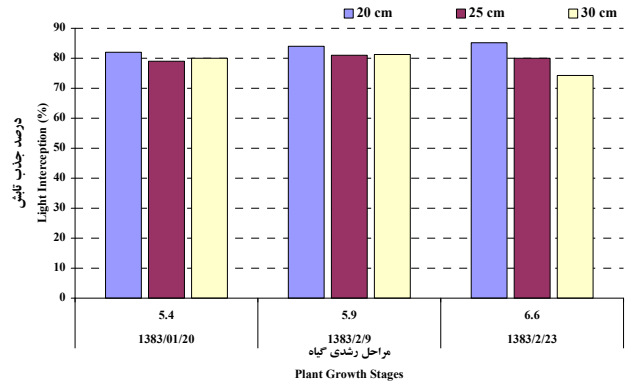
میانگین هایی، در هر ستون و تیمار، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column and treatment, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey's Test.

RGR=Relative Growth Rate, CGR=Crop Growth Rate, LAI=Leaf Area Index, NAR=Net Assimilation Rate,
GY=Grain yield, OC=Oil content, NS= Number of Siligue per plant, By=Biological yield,
GD=Growing Duration, PH= Plant Height, AB1= Axillary Branch1, AB2=Axillary Branch2

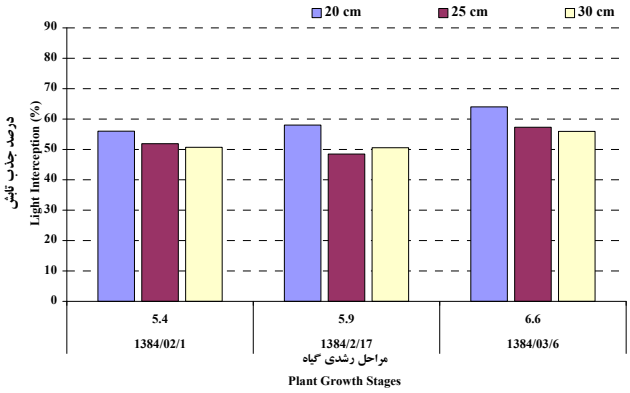
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]



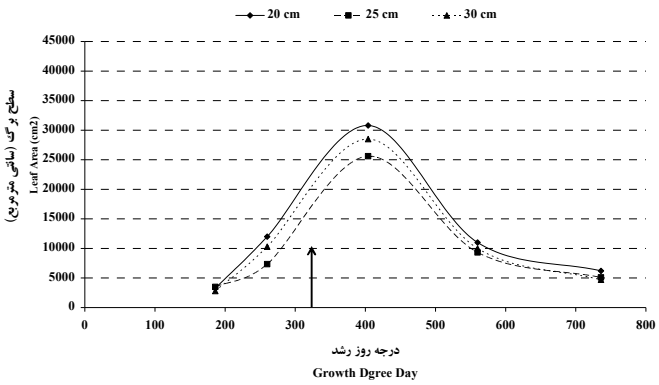
شکل ۵- درصد جذب تابش برای سه فاصله ردیف کاشت در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 5. Light interception (%)for three row spacing in 2003-2004 cropping season



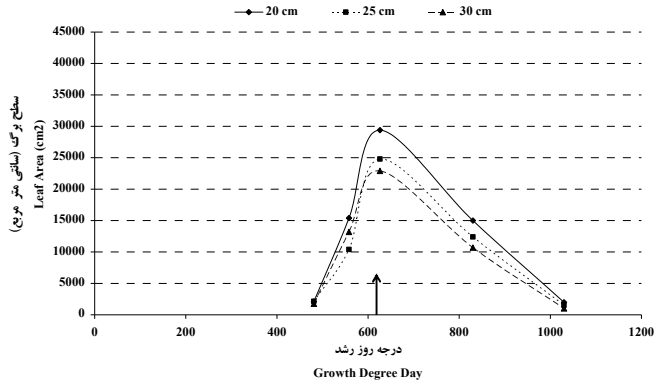
شکل ۶- درصد جذب تابش برای سه فاصله ردیف کاشت در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 6. Light interception (%)for three row spacing in 2004-2005 cropping season



شکل ۷- تغییرات سطح برگ برای سه فاصله ردیف کاشت در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 7.Variation in leaf area for three row spacing, in 2003-2004 cropping season



شکل ۸- تغییرات سطح برگ برای سه فاصله ردیف کاشت در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 8. Variation leaf area for three row spacing, in 2004-2005 cropping season

(پیکان‌ها نشان دهنده ی میانگین زمان گلدهیِ ارقام کلزا می باشد)

(The arrows indicade the mean of flowering time for rapeseed cultivars)

عملکرد دانه

رقم ساری گل (PF7045/91) با میانگین عملکرد دانه ۲۰۴۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین و رقم Hyola308 با میانگین عملکرد دانه ۱۳۰۳ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول۳). در این آزمایش بین فواصل کاشت از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۲)، اما فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر با میانگین عملکرد ۱۷۷۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین و فاصله ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر با میانگین عملکرد ۱۷۰۶ کیلوگرم در هکتار ،کمترین عملکرد دانه را داشتند (جدول۳). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که رقم ساری گل (PF7045/91) بدلیل بیشتر بودن

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

تعداد خورجین در بوته، تعداد شاخه های فرعی درجه یک و دو، عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته و درصد جذب تابش دارای عملکرد دانه بالاتری نسبت به ارقام دیگر بود. این نتایج با یافته های برخی محققان دیگر نیز مطابقت دارد (Rabiei and Safa, 2004; Rabiei *et al*., 2004; Faraji, 2004). یافته های بعضی محققان نیز نشان داده است که فاصله ردیف کاشت تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه کلزا ندارد (Jasinska *et al.,* 1991 و Johnson and Hanson, 2003) ولی بیشتر محققان بر این باورند که حداکثر عملکرد دانه زمانی بدست می‌آید که فاصله ردیف های کاشت نزدیک تر باشند (Andrade and Calvino, 2002; Cooper, 1997; Egli, 1988; Ozer, 2003). وقتی گیاهان به صورت ردیفی کشت می شوند، رقابت درون گونه ای آنها به علت تغییر در مورفولوژی گیاه و افزایش تعداد منبع و مخزن افزایش می‌یابد (Keating and Carberry, 1993). موریسون (Morrison, 1990a) گزارش کرد که گیاهانی که در فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر کاشته شده بودند، در مقایسه با فاصله ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر، عملکرد بیشتری داشتند. جانسون و هنسون (Johnson and Hanson, 2003) نیز گزارش کردند که بیشتر بودن عملکرد دانه در فاصله کاشت باریک تر (فاصله کم‌تر) نسبت به ردیف های عریض تر، به دلیل توزیع یکنواخت تر بوته‌ها ست که به نوبه خود باعث توزیع مناسب تر تابش خورشیدی در پوشش گیاهی و در نتیجه باعث کاهش رقابت درون گونه ای و زیاد تر شدن تعداد خورجین ها در بوته می‌شود. بعضی از محققین گزارش کردند که بین عملکرد دانه و حداکثر شاخص سطح برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (Thurling, 1974; Clarke and Simpson, 1978a). در این آزمایش مشاهده شد که با کاهش فاصله ردیف‌های کاشت، به دلیل توزیع یکنواخت‌تر بوته‌ها در واحد سطح، توزیع تابش در درون پوشش گیاهی نیز بهتر صورت گرفت و درصد جذب تابش، به خصوص در اواخر رشد (مرحله رشدی ۶/۶ بر اساس جدول کد بندی سیلوستر- برادلی و میکپیس)که گیاه با کاهش سطح برگ مواجه بود، افزایش یافت (شکل‌های ۵ و ۶). بنابراین به نظر می‌رسد که با کاهش فاصله ردیف‌های کاشت، از طریق کاهش رقابت بین گیاهان برای جذب تابش و مواد غذایی، می‌توان به عملکردهای بالاتر دانه دست یافت.

درصد روغن

رقم ساری گل (PF7045/91) با میانگین ۳۴/۱ درصد و رقم Hyola308 با میانگین ۳۱/۳ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین درصد روغن را داشتند (جدول۳). نتایج نشان داد که درصد روغن با تغییر فاصله ردیف کاشت، تغییر معنی‌داری نداشت، اما فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۳۳/۳ ، بیشترین درصد روغن را تولید کرد (جدول۳). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که رقم ساری گل (PF7045/91) علاوه بر عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته، عملکرد بیولوژیک بیشتر و ارتفاع بوته بلند تر، دارای درصد روغن بالاتری نسبت به ارقام دیگر بود. نتایج یافته های برخی محققان نیز بیانگر بالابودن درصد روغن در رقم ساری گل (PF7045/91) می‌باشد (Rabiei and Safa, 2004; Rabiei *et al*., 2004). از نتایج استنباط می شود که با افزایش طول خورجین، تعداد دانه در خورجین زیاد تر و سهم هر دانه از مواد فتوسنتزی کمتر می‌شود و این موضوع بر درصد روغن تأثیر منفی می‌گذارد. همچنین با افزایش طول دوره رویش، احتمال مواجهه گیاه با تنش خشکی و دمای بالای آخر فصل بیشتر شده و درصد روغن دانه ها کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از این آزمایش نیز این موضوع را تأیید کرد، به طوری که در سال دوم، طول دوره رویش ۲۱/۹ روز بیشتر و مجموع حرارت دریافت شده (∑GDD) نیز ۱۰۶ درجه روز رشد بیشتر بود (مجموع حرارت دریافت شده در سال اول و دوم به ترتیب ۱۰۳۶ و ۱۱۴۲ درجه روز- رشد). با توجه به اینکه این آزمایش در شرایط بدون

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

آبیاری (Rainfed) انجام شد، احتمالاً افزایش طول دوره رویش و مواجه شدن گیاهان با شرایط گرم تر اواخر فصل رویش، بر مقدار روغن دانه ها در سال دوم تأثیر منفی داشت و درصد روغن را به طور معنی‌داری کاهش داد. فرجی (Faraji, 2004) نیز در بررسی اثر فواصل ردیف کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا گزارش کرد که درصد روغن با طول دوره رویش همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. میلر و کورنیش (Mailer and Cornish, 1987) گزارش کردند که تنش خشکی در اواخر فصل رشد، موجب کاهش درصد روغن کلزا می شود. کانوین (Canvin, 1965) گزارش کرد که دما یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی تاثیر گذار بر مقدار روغن دانه ها محسوب می‌شود و با افزایش دما، درصد روغن دانه کاهش می‌یابد. درصد روغن علاوه بر تأثیرپذیری از شرایط محیطی، یک خصوصیت ژنتیکی نیز می باشد و در ارقام مختلف متفاوت می‌باشد (Rabiei and Safa, 2004; Rabiei *et al.*, 2004). نتایج سایر محققان نیز نشان داده است که فاصله ردیف کاشت تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن ندارد (Ozer, 2003; Johnson and Hanson, 2003).

شاخص سطح برگ (LAI)

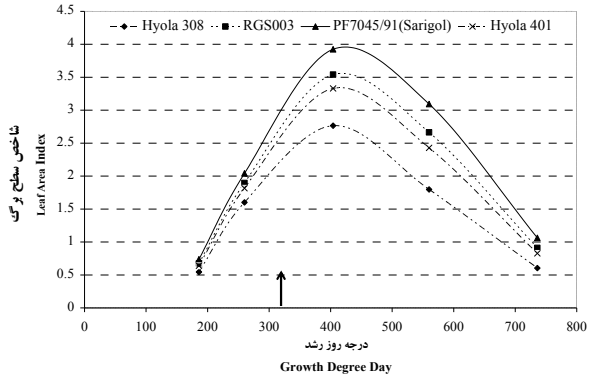
مقدار LAI در مراحل اولیه رشد گیاه به دلیل کم و کوچک بودن برگ ها و کامل نبودن پوشش گیاهی کم است، ولی به تدریج با رشد و افزایش برگ های گیاه، LAI نیز افزایش یافته و به حداکثر خود می‌رسد و در این حالت تا مدتی ثابت باقی می‌ماند، اما با پیر شدن گیاه و ریزش برگها، LAI نیز کاهش می‌یابد. شاخص سطح برگ، در پائیز و زمستان به آهستگی افزایش می‌یابد، اما در بهار به سرعت افزایش یافته و بعد از شروع گلدهی به حداکثر خود می‌رسد (Koller and Nyquist, 1970; Khaiamim *et al.*, 2002). در این آزمایش نیز روند فوق در هر دو سال آزمایش به خوبی مشاهده شد (شکل‌های ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲) به طوری که بین ارقام کلزا از نظر مقدار شاخص سطح برگ، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول۲). رقم ساری گل (PF7045/91) با میانگین ۱/۸۹ بیشترین و رقم Hyola308 با میانگین ۱/۲۶ کمترین شاخص سطح برگ را داشتند. فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۱/۷۰۶ بیشترین و فاصله ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر با میانگین ۱/۶۰۷ کمترین شاخص سطح برگ را دارا بودند (جدول ۳).

کلارک و سیمپسون (Clarke and Simpson, 1978a) حداکثرشاخص سطح برگ رقم Tower را در نزدیکی زمان آغاز گلدهی مشاهده کردند و گزارش کردند که بعد از گلدهی LAI به سرعت کاهش می‌یابد. این روند در تمام ارقام مورد آزمایش مشاهده شد به طوری که در تمامی ارقام، حداکثر مقدار LAI در زمان پس از گلدهی مشاهده شد و پس از آن LAI شروع به کاهش کرد. دلیل آن پیری و ریزش برگ ها در انتهای مرحله رشد رویشی و ابتدای رشد زایشی است. باید توجه داشت که ریزش برگ ها در رشد دانه ها و خورجین ها اختلالی ایجاد نمی‌کند، زیرا برگ های کلزا مواد فتوسنتزی کمی(مرحله رشدی ۶/۱ بر اساس جدول کد بندی سیلوستر- برادلی و میکپیس) را برای تشکیل دانه فراهم می‌کنند و دیواره سبز خورجین‌ها و ساقه های سبز نیز به طور فعال فتوسنتز کرده و پس از ریزش برگ ها مواد پرورده لازم برای رشد آنها را فراهم می‌کنند. بررسی محققان نشان داده است که سهم برگ ها، خورجین‌ها و ساقه‌ها پس از پایان گلدهی تا بلوغ کامل به ترتیب ۳، ۴۲-۳۶ و ۱۹ درصد و سهم انتقال مجدد (انتقال مواد فتوسنتزی ذخیره شده در ساقه ها) تا قبل از مرحله گلدهی، ۳۵ تا ۴۳ درصد می باشد (Nasiri *et al.,* 2004). چنانکه در شکل های ۱ تا ۸ دیده می‌شود، با کاهش سطح برگ در اواخر دوره رشد گیاه (شکل های ۳، ۴، ۷ و ۸)، تغییر محسوسی در درصد جذب تابش ارقام و فواصل ردیف های کاشت مشاهده نمی‌شود و با وجود اینکه گیاه سطح برگ های فعال خود را از دست داده، ولی خللی در تأمین مواد فتوسنتزی برای رشد آن

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

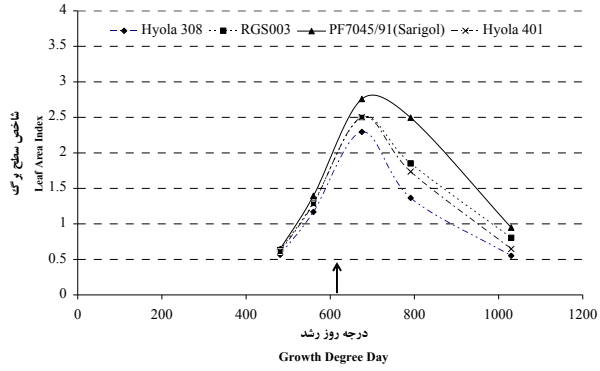
[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

بوجود نیامده است. همچنین به نظر می‌رسد که ریزش برگ های مسن، علاوه بر صرفه جویی در مصرف مواد فتوسنتزی، موجب نفوذ بیشتر تابش به داخل پوشش گیاهی، برای فتوسنتز ساقه ها و خورجین های زیرین شده و باعث افزایش راندمان فتوسنتزی ساقه ها و خورجین‌ها می‌شود. باید توجه داشت که انتخاب تراکم مناسب می تواند در این ارتباط بسیار مؤثر باشد، زیرا تراکم بیش از حد گیاه در ابتدای رشد مانع از رشد مناسب و یکنواخت آن شده و در مراحل پایانی فصل رویش به دلیل غیر یکنواختی در آرایش فضایی اندام‌های هوایی و رشد نامتعادل، نفوذ نور به لایه های زیرین پوشش گیاهی و انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ، که از عوامل اصلی افزایش عملکرد می‌باشند، دچار اختلال می‌شود. بنابراین در همه ی موارد انتخاب تراکم بالا



شکل ۹- تغییرات شاخص سطح برگ برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 9. Variation in leaf area index for four rapeseed cultivars in 2003-2004 cropping season

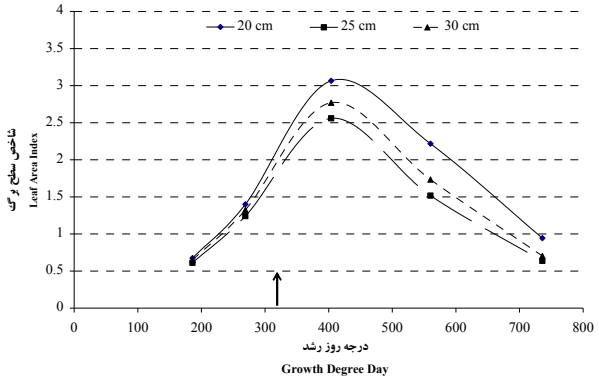


شکل ۱۰- تغییرات شاخص سطح برگ برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 10. Variation in leaf area index for four rapeseed cultivars in 2004-2005 cropping season

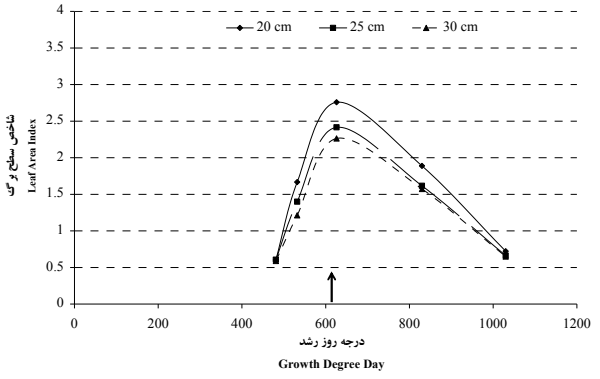
(پیکان ها نشان دهنده میانگین زمان گلدهیِ ارقام کلزا می باشد)

(The arrows indicade the mean of flowering time for rapeseed cultivars)



شکل ۱۱- تغییرات شاخص سطح برگ برای سه فاصله ردیف در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 11. Variation in leaf area index for three row spacing in 2003-2004 cropping season



شکل ۱۲ تغییرات شاخص سطح برگ برای سه فاصله ردیف در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 12. Variation in leaf area index for three row spacing in 2004-2005 cropping season

(پیکان‌ها نشان دهنده ی میانگین زمان گلدهیِ ارقام کلزا می باشد)

(The arrows indicade the mean of flowering time for rapeseed cultivars)

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

مفید نبوده و تراکم بایستی بر اساس نوع گیاه، نیاز های اکولوژیک گیاه در طول فصل رویش(به خصوص انتهای فصل) و شرایط محیطی، انتخاب شود.

سرعت رشد نسبی (RGR)

به طور کلی، در ابتدای رشد گیاه، سرعت رشد نسبی تا حدودی افزایش می یابد، ولی باگذشت زمان و افزایش سن گیاه رو به کاهش می گذارد (Ganjali *et al*., 2000). این روند در این تحقیق نیز مشاهده شد، به طوری که در هر چهار رقم کلزای مورد مطالعه با افزایش درجه روز-رشد، میزان RGR کاهش یافت (شکل های ۱۳ و ۱۴) و بین ارقام کلزا از نظر مقدار سرعت رشد نسبی، در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول۲) به طوری که رقم ساری گل (PF7045/91) با میانگین ۴/۲۹ بیشترین و رقم Hyola308 با میانگین ۴/۲۶ کمترین سرعت رشد نسبی را دارا بودند (جدول۳). تغییرات سرعت رشد نسبی برای فواصل کاشت ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر در دو سال آزمایش نیز مؤید کاهش سرعت رشد نسبی با افزایش درجه روز رشد بود (شکل های ۱۵ و ۱۶). نتایج حاصل با نتایج گنجعلی و همکاران (Ganjali *et al*., 2000) و کلر و نیکوئیست(Koller and Nyquist, 1970) مبنی بر روند نزولی RGR با افزایش درجه روز رشد مطابقت داشت. با توجه به تعریف سرعت رشد نسبی که عبارت است از وزن خشک اضافه شده نسبت به وزن اولیه در واحد زمان و با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که رقم ساری گل (PF7045/91) و فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر با گذشت زمان و افزایش درجه روز رشد، وزن خشک بیشتری نسبت به وزن اولیه گیاه در هر نمونه برداری اضافه کردند. بالا بودن RGR در رقم ساری گل (PF7045/91) نشان دهنده توان رقابتی بالای این رقم نسبت به ارقام دیگر در اراضی شالیزاری بود و فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر به دلیل توزیع یکنواخت تر بوته ها در واحد سطح و نفوذ متعادل تابش در پوشش گیاهی توانست حداکثر RGR را بوجود آورد.

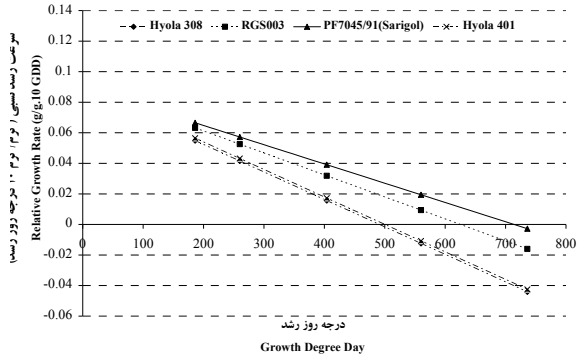
سرعت رشد محصول (CGR)

نتایج حاصل از دو سال آزمایش نشان داد که بین ارقام کلزا از نظر مقدار سرعت رشد محصول در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول۲). رقم ساری گل (PF7045/91) با میانگین ۹/۲۵ بیشترین و رقم Hyola308 با میانگین ۵/۱۵ کمترین سرعت رشد گیاه را داشتند (جدول۳). بین فواصل ردیف کاشت از نظر سرعت رشد محصول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما با کاهش فاصله بین ردیف‌ها سرعت رشد محصول افزایش یافت و در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر به حداکثر خود رسید (شکل‌های ۱۹ و ۲۰).

بین سرعت رشد محصول و مقدار تابش جذب شده توسط برگ‌های یک گیاه رابطه مستقیم وجود دارد، به طوری که در ابتدا و انتهای فصل رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و کم بودن سطح دریافت کننده تابش (برگ‌ها) و در نتیجه درصد کم جذب تابش، مقدار دریافت تابش کم و در نتیجه ماده خشک کمتری تولید شده و مقدار CGR هم کم بود(شکل های ۱۷ و ۱۸). اما با رشد سریع گیاه و افزایش سطح برگ، جذب تابش و CGR افزایش یافت (Habibzadeh *et al*., 2006; Ahmadvand and Koochaki, 1998; Egli, 1988). اگرچه در ابتدای فصل رویش گیاه، به دلیل محدود بودن سطح فتوسنتز کننده تفاوت بین فواصل کاشت از نظر سرعت رشد گیاه چندان چشمگیر نبود، ولی این اختلاف در زمان گلدهی بیشتر شد. علت افزایش CGR در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر نسبت به فواصل ردیف کاشت ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر را می‌توان چنین توجیه کرد که با کاهش فاصله ردیف‌های کاشت، توزیع بوته ها و سطح برگ در واحد سطح یکنواخت تر شده و برگ ها موقعیت مناسب‌تری برای جذب تابش و فتوسنتز پیدا کرده و در نتیجه مقدار CGR افزایش می یابد. برخی از محققان معتقدند که

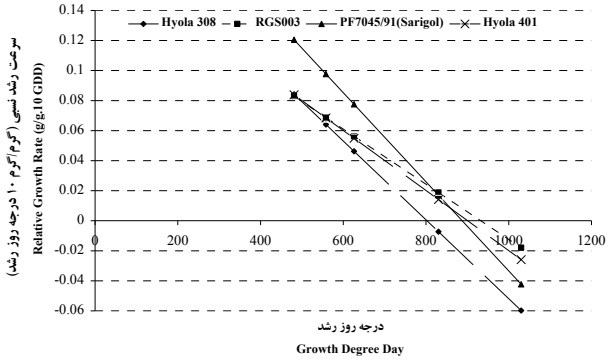
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]



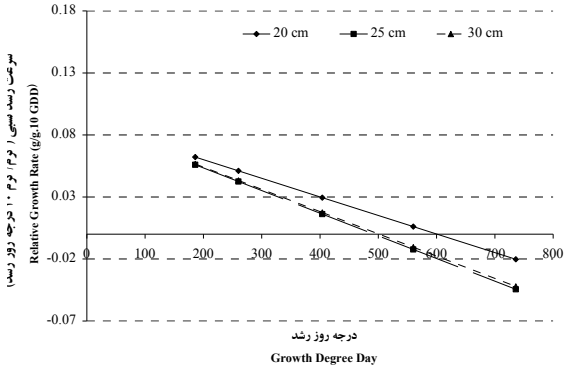
شکل۱۳- تغییرات سرعت رشد نسبی برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 13. Variation in Relative Growth Rate for four rapeseed cultivars in 2003-2004 cropping season



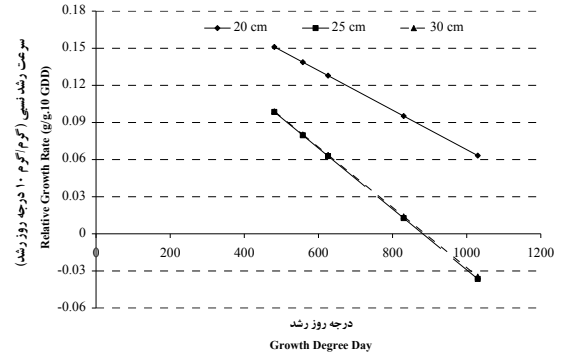
شکل۱۴- تغییرات سرعت رشد نسبی برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 14. Variation in Relative Growth Rate for four rapeseed cultivars in 2004-2005 cropping season



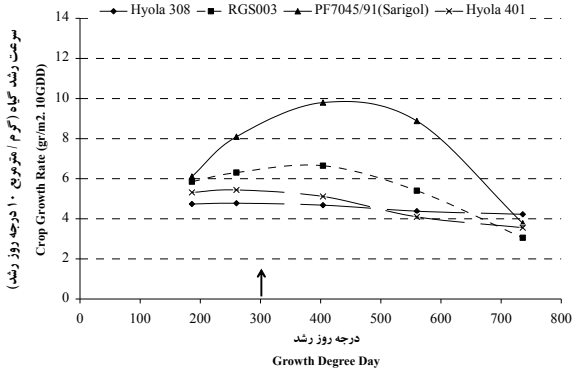
شکل ۱۵- تغییرات سرعت رشد نسبی برای سه فاصله ردیف کاشت در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 15. Variation in Relative Growth Rate for three row spacing, in 2003-2004 cropping season



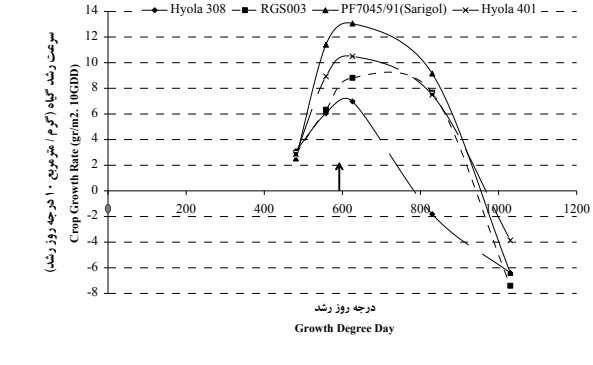
شکل ۱۶- تغییرات سرعت رشد نسبی برای سه فاصله ردیف کاشت در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 16. Variation in Relative Growth Rate for three row spacing in 2004-2005 cropping season



شکل ۱۷- تغییرات سرعت رشد محصول برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 17. Variation in crop growth rate for four rapeseed cultivars in 2003-2004 cropping season



شکل ۱۸- تغییرات سرعت رشد محصول برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

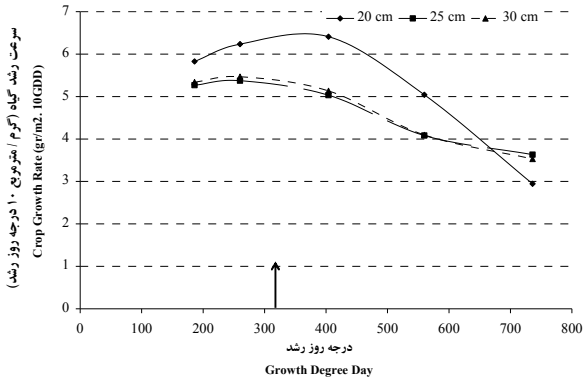
Fig. 18. Variation in crop growth rate for four rapeseed cultivars in 2004-2005 cropping season

(پیکان‌ها نشان دهنده ی میانگین زمان گلدهیِ ارقام کلزا می باشد)

(The arrows indicade the mean of flowering time for rapeseed cultivars)

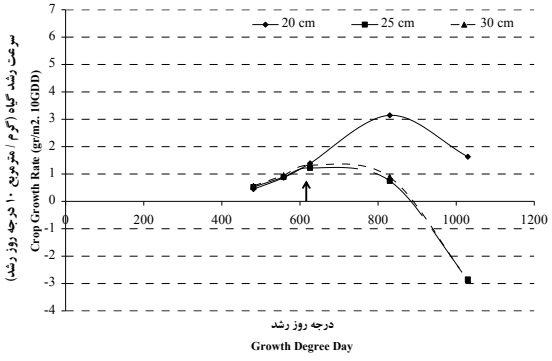
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]



شکل ۱۹- تغییرات سرعت رشد محصول برای سه فاصله ردیف در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 19. Variation in crop growth rate for three row spacing, in 2003-2004 cropping season



شکل ۲۰- تغییرات سرعت رشد محصول برای سه فاصله ردیف در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 20. Variation in crop growth rate for three row spacing, in 2004-2005 cropping season

(پیکان‌ها نشان دهنده ی میانگین زمان گلدهیِ ارقام کلزا می باشد)

(The arrows indicade the mean of flowering time for rapeseed cultivars)

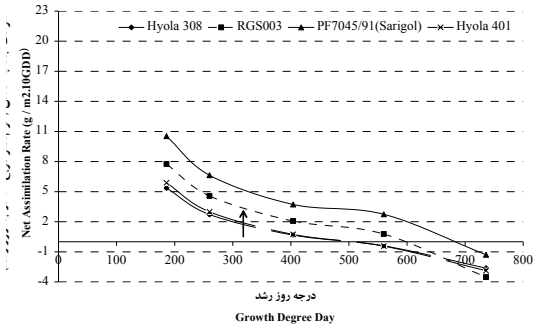
CGR رابطه مستقیمی با سطح فتوسنتز کننده دارد (Shibles and Weber, 1995; Habibzadeh *et al*., 2006). به نظر می‌رسد که اختلاف جذب تابش در فواصل مختلف کاشت، عامل مهم تغییرات CGR است. در آخر فصل رشد کاهش در روند CGR مشاهده شد و این کاهش زمانی رخ داد که گیاه به جای تولید مواد فتوسنتزی، بیشتر به انتقال مجدد آنها از اندام‌های مختلف به دانه‌ها پرداخت و به همین دلیل مقدار CGR منفی شد (شکل ۱۸).

سرعت جذب خالص (NAR)

سرعت جذب خالص عبارتست از مقدار ماده خشک تولید شده در واحد سطح برگ در واحد زمان است که شباهت خیلی زیادی به CGR دارد. مقدار جذب خالص تخمینی از فتوسنتز خالص برگ است. مقدار جذب خالص زمانی در حداکثر مقدار خود است که تمامی برگ‌ها به طور کامل تابش خورشیدی را دریافت کنند. این مقدار با زمانی که اندازه گیاهان کوچک است و برگ‌ها به اندازه‌ای هستند که روی یکدیگر سایه اندازی ندارند، منطبق است. شکل منحنی NAR به صورت نزولی است و با افزایش سن گیاه، به علت سایه اندازی برگ ها روی هم و پیر شدن برگ ها، فتوسنتز خالص برگ کم می‌شود. محققان اظهار داشته‌اند که نوع الگوی پوشش گیاهی، حتی در صورت ثابت بودن تعداد گیاهان در واحد سطح، بر NAR مؤثر است و بنابراین کارایی فتوسنتز جامعه گیاهی در الگوهای مختلف کاشت، متفاوت خواهد بود (Ganjali *et al.,* 2000). به همین دلیل این نوع جامعه گیاهی احتیاج به سطح برگ کافی با توزیع یکنواخت دارد تا سطح زمین را در مدت کمی به طور کامل بپوشاند. منحنی تغییرات فتوسنتز خالص در ارقام کلزای مورد مطالعه در دو سال آزمایش نشان داد که در مراحل ابتدایی رشد گیاه به دلیل کم بودن سطح برگ و عدم سایه اندازی آنها روی یکدیگر و در نتیجه حداقل رقابت نوری، سرعت جذب خالص حداکثر بود، اما با افزایش درجه روز رشد (گذشت زمان) و افزایش سطح برگ و سایه اندازی برگ ها روی یکدیگر، منحنی NAR باشیب تندتری کاهش یافت و در نهایت با پیر شدن برگ ها، راندمان تولید در هر برگ کاهش یافت و NAR به حداقل مقدار

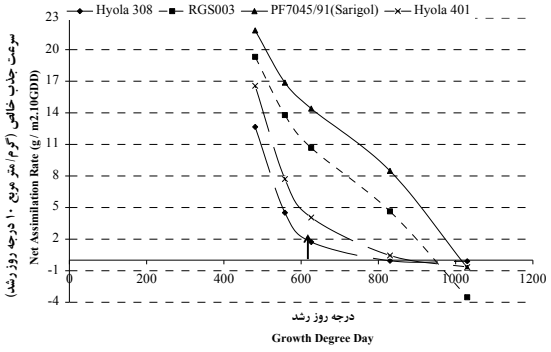
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]



شکل ۲۱- تغییرات سرعت جذب خالص برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 21. Variation in net assimilation rate for four rapeseed cultivars in 2003-2004 cropping season

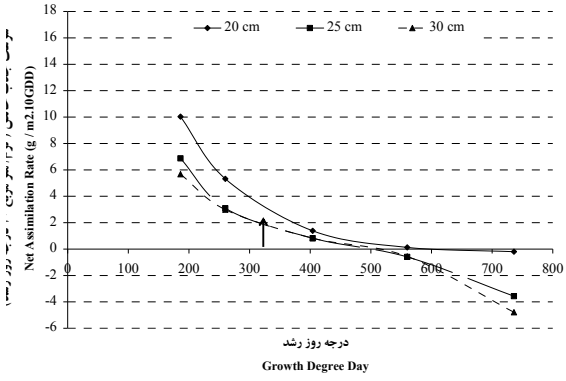


شکل ۲۲- تغییرات سرعت جذب خالص برای چهار رقم کلزا در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 22. Variation in net assimilation rate for four rapeseed cultivars in 2004-2005 cropping season

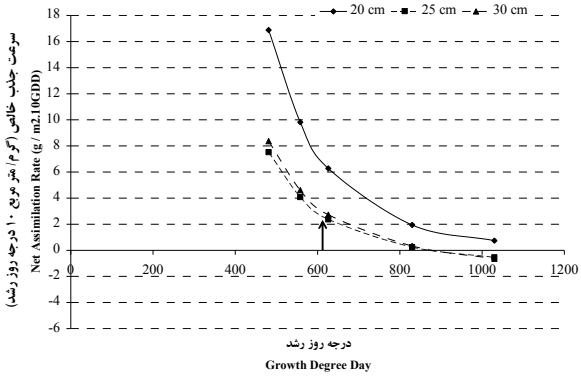
(پیکان‌ها نشان دهنده ی میانگین زمان گلدهیِ ارقام کلزا می باشد)

(The arrows indicade the mean of flowering time for rapeseed cultivars)



شکل ۲۳- تغییرات سرعت جذب خالص برای سه فاصله ردیف کاشت در سال زراعی ۱۳۸۲- ۱۳۸۳

Fig. 23. Variation in net assimilation rate for three row spacing in 2003-2004 cropping season



شکل ۲۴- تغییرات سرعت جذب خالص برای سه فاصله ردیف کاشت در سال زراعی ۱۳۸۳- ۱۳۸۴

Fig. 24. Variation in net assimilation rate for three row spacing in 2004-2005 cropping season

(پیکان‌ها نشان دهنده ی میانگین زمان گلدهیِ ارقام کلزا می باشد)

(The arrows indicade the mean of flowering time for rapeseed cultivars)

خود رسید (شکل های ۲۱، ۲۲، ۲۳ و ۲۴). رقم ساری گل (PF7045/91) با میانگین ۱۵/۸۹ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز رشد بیشترین و رقم Hyola308 با میانگین ۶/۹۹ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز کمترین سرعت جذب خالص را داشتند (جدول۳). فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۰/۲۵ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز بیشترین و فاصله ردیف کاشت ۳۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۰/۱۲ گرم بر متر مربع در ۱۰ درجه روز ، کمترین سرعت جذب خالص را دارا بودند (جدول۳). به نظر می رسد که رقابت شدید برای دریافت تابش و به

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

دنبال آن کاهش سهم هر برگ برای جذب تابش از علل اصلی حداقل بودن NAR در فاصله ردیف کشت ۳۰ سانتی‌متر بود، در حالی که در فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر به دلیل رقابت کمتر بین گیاهان و نفوذ مناسب‌تر تابش به داخل پوشش گیاهی و افزایش جذب تابش، مقدار NAR نسبت به دو فاصله ردیف کاشت دیگر در حداکثر قرار داشت. همچنین بالاتر بودن NAR در رقم ساری گل (PF7045/91) نشان دهنده کارآیی فتوسنتزی بالای برگ های این رقم است. نتایج حاصل با نتایج گنجعلی و همکاران (Ganjali *et al.*, 2000) و احمدوند و کوچکی (Ahmadvand and Koocheki, 1998) و حبیب زاده و همکاران (Habibzadeh *et al.*, 2006) مبنی بر نزولی بودن روند NAR با افزایش درجه روز رشد مطابقت داشت. کلارک و سیمپسون (Clarke and Simpson, 1978a) نشان دادند که مقدار NAR در اواخر دوره رشد گیاه و در هنگام پر شدن دانه‌ها اندکی افزایش می‌یابد. این افزایش در NAR بعد از توقف گلدهی و در زمان به حداکثر رسیدن تعداد خورجین‌ها، صورت می‌گیرد.

نتیجه گیری کلی

نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که رقم ساری گل (PF7045/91) دارای حداکثر سرعت رشد نسبی (RGR)، سرعت رشد گیاه (CGR)، شاخص سطح برگ (LAI) و سرعت جذب خالص (NAR)، درصد جذب تابش، عملکرد دانه و درصد روغن دانه بود و بنابراین کشت این رقم پس از برداشت برنج با موفقیت امکان پذیر است. در ضمن با توجه به اینکه ارقام RGS003 ,Hyola401 از لحاظ خصوصیات فوق با اختلاف کمی از رقم ساری گل (PF7045/91) در یک گروه آماری قرار داشتند، این ارقام نیز برای مناطقی که کشت برنج زودتر آغاز می‌شود، به دلیل زودرس‌تر بودن نسبت به رقم ساری گل (PF7045/91) و فراهم شدن فرصت کافی برای آماده سازی زمین و نشاکاری برنج، قابل توصیه هستند. با توجه به اینکه سه فاصله ردیف ۲۰، ۲۵ و ۳۰ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، با این وجود فاصله ردیف کاشت ۲۰ سانتی‌متر از لحاظ صفات ذکر شده رتبه اول را داشت و به نظر می‌رسد که در کشت کلزا، فواصل ردیف کمتر و به عبارت دیگر آرایش کاشت هم فاصله تر (مربع) قابل توصیه می‌باشد. در زراعت کلزا،کاهش فاصله ردیف های کاشت در تراکم ثابت، موجب توزیع یکنواخت تر گیاهان در واحد سطح می‌شود و این توزیع یکنواخت، رقابت بین بوته ها را در جذب آب قابل دسترس، مواد غذایی و تابش کاهش داده و مقدار جذب تابش و عملکرد بیولوژیک را افزایش می‌دهد و بنابر این محصول می‌تواند از عوامل محیطی مؤثر در رشد آن بهتر استفاده کرده و عملکرد آن افزایش یابد.

منابع مورد استفاده

References

Ahmadvand, G. and A. Koocheki. 1998. The effect of population and planting pattern on yield and physiological characteristics of soybean as a double crop in Mashhad. J. Agric. Sci. Technol. 12(1): 15-22.

Allen, E. J. and D. J. Morgan. 1972. A quantitative analysis of the effects of nitrogen on the growth, development and yield of oilseed rape. J. Agric. Sci. Camb. 78: 315-324.

Andrade, F. H. and P. Calvino. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agron. J. 94: 975-980.

Beheshti, A., A. Koocheki and M. Nasiri Mahallati. 2002. The effect of planting pattern on light interception and radiation use efficiency in canopy of three maize cultivars. Seed and Plant 18(4): 417-431.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

Canvin, D. T. 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oilseed crops. Can. J. Bot. 43: 63-69.

Clarke, J. M. and G. M. Simpson. 1978a. Growth analysis of *Brassica napus* cv. Tower. Canadian. J. Plant. Sci. 58: 587-595.

Cooper, R. K. 1997. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting rates under weed-free conditions. Agron. J. 69: 89-92.

Duncan, W. G. 1986. Planting pattern and soybean yield. Crop Sci. 26: 584-586.

Dwyer, L. M., D. W. Stewart, R. I. Hamilton and L. Honwing. 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. Agron. J. 8: 430 438.

Egli, D. B. 1988. Plant density and soybean yield. Crop Sci. 28: 977-980.

Egli, D. B. and Y. Zhen. Wen. 1991. Crop growth rate and seed per unit area in soybean. Agron. J. 31: 439-442.

Faraji, A. 2004. Effect of row spacing and seed rate on yield and yield components of rapeseed (*cv.* Quantum) in Gonabad. Seed and Plant. 3:297-314.

Gabrielle, B., P. Denoroy, G. Goose, E. Justes and M. N. Andersen. 1998. A model of leaf area development and senescence for winter oilseed rape. Field Crops Research. 57: 209-222

Ganjali, A. and A. Majidi. 1997. Effect of planting pattern and density on yield, yield components and photosynthetic ability in soybean (*Glycine max* L.). J. Agric. Sci. Technol. 11(2): 33-41.

Ganjali, A., S. Malekzadeh and A. Bagheri. 2000. Effect of plant population and planting pattern on trend of growth indices of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Neishabour region. J. Agric. Sci. Technol. 12(9): 33-41.

Habibzadeh, Y., R. Mamghani and A. Kashani. 2006. Effects of plant density on grain yield and some morpho-physiological traits in three Mungbean (*Vigna radiate* L.) genotypes under Ahvas conditions. Iranian J. Crop Sci. 8 (1): 66-78.

Hosseinzadeh, M. H., M. Esfahani, B. Rabiei and M. Rabiee. 2007. Effect of row spacing on grain yield and its components and radiation use efficiency in four rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars grown in paddy fields in Guilan. Iranian J. Crop Sci. 9 (3): 263-281.

Jasinska, Z., W. Malarz, W. Budzynski and K. Majkowski. 1991. Effect of row spacing and sowing rate on the development and yields of winter rape. Field Crop Abstracts. 44 (4): 235-249.

Johnson, B. L. and B. K. Hanson. 2003. Row-Spacing interception on spring canola performance in the Northern Great Plains. Agron. J. 95: 703-708.

Keating, B. A. and P. S. Carberry. 1993. Resource captures and use in intercropping solar radation. Field Crops Research. 34: 273-301.

Khaiamim, S., D. Mazaheri., M. Banayan Aval., J. Gohari and M. Jahansoz. 2002. Determination of sugar beet extinction coefficient and radiation use efficiency at different plant densities and nitrogen use levels. Sugar Beet. 18 (1): 51-66.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

Koller, H. R. and W. E. Nyquist. 1970. Growth analysis of the soybean community. Crop Sci. 10: 407-412.

Mailer, R. J. and P. S. Cornish. 1987. Effect of water stress on glucosinolate and oil con concentrations in the seeds of rape (*B. napus*) and turnip rape (*B. rapa*). Aust. J. Agric. Res. 27: 707-711.

Morrison, M. J., P. B. E. McVetty and R. Scarth. 1990a. Effect of altering plant density on growth characteristics of summer rape. Can. J. Plant Sci. 70: 139-149.

Morrison, M. J., P. B. E. McVetty and R. Scarth. 1990b. Effect of row spacing and seeding rate on summer rape in southern Manitoba. Can. J. Plant Sci. 70: 127-137.

Muchow, R. C., T. R. Sinclair and I. M. Rennetl. 1990. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. Agron. J. 82: 238-343.

Nasiri, M., M. Z. Noori., A. Alinezhad and Ch. Liogen. 2004. Determination of photosynthetic organ contribution on grain yield of rapeseed. Seminar of opportunities and challenges of second cropping development in paddy fields, emphsizing rapeseed. Rice Research Institute of Iran. (Nov. 2-3, Rasht, Iran).

Ozer, H. 2003. The effect of plant population densities on growth, yield and yield components of two spring rapeseed cultivars. Plant Soil Env. 49(9): 422-426.

Rabiei, M. and F. Safa. 2004. Effect of different layers of canopy on yield and yield components of rapeseed cultivars in different planting dates. Seminar of opportunities and challenges of second cropping development in paddy fields, emphsizing rapeseed. Rice Research Institute of Iran. (Nov. 2-3, Rasht, Iran).

Rabiei, M. M. Karimi and F. Safa. 2004. Effect of planting dates on grain yield and agronomic characteristics of rapeseed cultivars as a second crop after rice at Kouchesfahan. Iranian J. Agric. Sci. 35(1):177-187.

Rao, M. S. S., N. J. Mendham and G. C. Buzza. 1991. Effect of the apetalous flower character on radiation distribution in the crop canopy, yield and its components in oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agri. Sci. Camb. 117: 189-196.

Scott, R. K., E. A. Ogunremi, J. D. Ivins and N. J. Mendham. 1973a. The effect of sowing date and season on growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Camb. 81: 277-285.

Scott, R. K., E. A. Ogunremi, J. D. Ivins and N. J. Mendham. 1973b. The effect of fertilizer and harvest date on growth and yield of oilseed rape sown in autumn and spring. J. Agric. Sci. Camb. 81: 287-293.

Shaw. R. H. and C. R. Weber. 1967. Effect of canopy arrangements on light interception and yield of soybean. Agron. J. 59:155-159.

Shibles. R. M. and C. R. Weber. 1995. Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. Crop Sci. 5: 575-577.

Sidlauskas, G. and S. Bernotas. 2003. Some factors affecting seed yield of spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). Agron. Research. 1(2): 229 243.

Singer, J. W. 2001. Soybean light interception and yield response to row spacing and biomass removal. Crop Sci. 41: 424-429.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

Sylvester Bradley, R. and R. J. Makepeace. 1984. A code for stage of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Aspects of Applied Biology. 6: 399-419.

Thurling, N. 1974. Morphological determinants of yield in rapeseed (*Brassica compestris & B. napus*). I. Growth and morphological characters. Aust. J. Agric. Res. 25: 697-710.

Wells, R. 1991. Soybean growth response to plant density. Relationship among canopy photosynthesis, leaf area and light interception. Crop Sci. 31: 755-761.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]

Effect of row spacing on light interception, grain yield and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as second crop following rice

Hosseinzadeh[1], M. H., M. Esfahani[2], M. Rabiei[3] and B. Rabiei[4]

ABSTRACT

Hosseinzadeh, M. H., M. Esfahani, M. Rabiei and B. Rabiei. 2008. Effect of row spacing on light interception, grain yield and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as second crop following rice. **Iranian Journal of Crop Sciences. 10(3): 281-302 (in Persian).**

Effect of row spacing on grain yield and variation in growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars as second crop following rice was investigated in a paddy fields at Rice Research Institute of Iran (Rasht), in 2003-2004 and 2004-2005 growing seasons. The experiment was conducted as a split plot in randomized complete block design with four replications. The main plots consisted of four rapeseed cultivars: Hyola308, RGS003, PF7045/91(Sarigol) and Hyola401 and the sub-plots were three row spacing: 20, 25 and 30 cm at constant plant densities (40 plant/m^2). Results showed that PF7045/91 (Sarigol) ranked the first in relative growth rate (4.29 g/g.10GDD), crop growth rate (9.25g/m^2.10GDD), leaf area index (1.89) and net assimilation rate (15.89 g/m^2.10GDD), grains yield(2043 kg/ha) and oil content (34.19%) was significantly different with the other cultivars. Hyola308 ranked the last among cultivars. Row spacing of 20 cm ranked the first in relative growth rate (4.28 g/g.10GDD), crop growth rate (6.98 g/m^2.10GDD), leaf area index (1.706), net assimilation rate (10.25 g/m^2.10GDD), grains yield (1777 kg/ha) and oil content (33.35%) and were significantly different from other row spacings in LAI and NAR indices. Results also showed that PF7045/91 (Sarigol) ranked the first in light interception (LI%) and Hyola308 ranked the last (75.5% and 61.5%, respectively). Row spacing of 20 cm ranked the first in light interception (68.5%). Therefore, PF7045/91 (Sarigol) ranked the first in relative growth rate, crop growth rate, leaf area index, and net assimilation rate, grains yield, oil content and light interception. Row spacing of 20 cm also ranked the first for these traits.

Key words: Growth indices, Light interception, Rapeseed (*Brassica napus* L.), Row spacing, Grains yield , Oil content.

Received: May, 2008.

1- Former M.Sc. Student, the University of Guilan, Rasht, Iran.
2- Associate Prof., the University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author). E-mail: mesfahan@yahoo.com
3- Researcher, Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran.
4- Assistant Prof., the University of Guilan, Rasht, Iran.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-05-20]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1387.10.3.6.3]