

## تأثیر کشت تأخیری بر شاخص‌های فیزیولوژیکی ارقام کلزا (*Brassica napus*)

سید مهدی دهدشتی<sup>۱\*</sup>، علی سلیمانی<sup>۲</sup> و بهرام مجد نصیری<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)

۳- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

تاریخ دریافت: ۸۶/۱/۱۴ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۰/۱۲

### چکیده

به منظور ارزیابی واکنش‌های فیزیولوژیکی ۹ رقم کلزا به تأخیر در کاشت، آزمایشی در سال زراعی ۸۵-۸۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی کبوترآباد اصفهان، به صورت طرح کمرتهای یک بار خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. کرت‌های اصلی شامل دو تاریخ کاشت (۵ مهر به عنوان کاشت معمولی و ۵ آبان به عنوان کاشت تأخیری) و کرت‌های فرعی شامل گونه‌های کلزای معمولی (شامل Sargol RGS003, Zarfam, Opera, Slm, Hyola 401, Hyola 330, Option 500) (046, Modena) بودند. تأخیر در کاشت موجب کاهش میزان تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ شد، ولی بر سرعت اسیمیلاسیون خالص تأثیری نداشت. ارقام Zarfam و Slm046 بیشترین میزان تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ را به خود اختصاص دادند، ولی بیشترین میزان مربوط به Opera بود. کمترین میزان تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و سرعت اسیمیلاسیون خالص را رقم Option500 به خود اختصاص داد.

کلمات کلیدی: کلزا، ماده خشک کل، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ، سرعت اسیمیلاسیون خالص و عملکرد دانه

## مقدمه

در کشت پاییزه کلزا، تاریخ کاشت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. انتخاب تاریخ کاشت مناسب با وضعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی منطقه ارتباط مستقیم دارد. از جمله عوامل اکولوژیکی مؤثر در کشت تأخیری محصولات پاییزه، مسأله سرمازدگی می‌باشد. گیاه باید قبل از فرا رسیدن سرما، از رشد و ذخیره غذایی کافی برخوردار باشد تا بتواند در معرض کاهش تدریجی دمای هوا قرار گرفته و مقاومت کافی به سرما را پیدا نماید و استراحت زمستانه خود را با موفقیت به سر آورد. کاشت دیر هنگام نه تنها فرصت رشد و مقاومت را به گیاه نمی‌دهد، بلکه تأخیر حاصله در رسیدگی محصول ممکن است دوره گلدهی و دانه بندی گیاه را با گرما یا خشکی روبرو سازد (۱). موریسون و استوارت (۲۱) دریافته‌اند که گلدهی در کلزا در درجه حرارت‌های بالای ۲۷ درجه سانتی‌گراد، متوقف می‌شود. استرس‌های حرارتی در آخر فصل موجب نقصان در گلدهی و نهایتاً کاهش عملکرد دانه می‌شود (۱۲). از دیگر نتایج کاشت دیر هنگام پاییزه کاهش طول دوره رشد و محدودیت رشد رویشی گیاه است که سبب افت پتانسیل عملکرد محصول می‌گردد (۴).

در اغلب گیاهان، رشد از الگوهای خاصی تبعیت می‌کند و نمودار آن معمولاً سیگموئیدی می‌باشد (۳). شرایط اصلی داشتن عملکرد بالا، تولید ماده خشک زیاد در واحد سطح می‌باشد (۱۷). تحقیقات نشان می‌دهد که هر چه تاریخ کاشت کلزا عقب بیفتد، دوره رشد گیاه کوتاه تر شده و ماده خشک تولید شده گیاه نیز کاهش می‌یابد (۴، ۱۱، ۲۰). به طوری که تاریخ کاشت نخستین (زودتر) سبب می‌شود که روزت قوی و پر برگ تولید شده و مرحله طویل شدن ساقه یا مرحله خطی رشد افزایش یابد و تولید ماده خشک گیاه سریع تر و در شرایط محیطی بهتری انجام شود، ولی در سایر تاریخ‌های کاشت گیاه با روزتی که دارای پوشش برگی کمی می‌باشد به

ساقه می‌رود و در نتیجه قدرت تولید ماده خشک گیاه کاهش می‌یابد. همچنین در کلزا به دلیل همزمانی طویل شدن ساقه با تولید گل و نیز همزمانی طویل شدن محور گل آذین با تشکیل غلاف‌ها بین قسمت‌های مختلف گیاه برای جذب مواد فتوسنتزی رقابت در می‌گیرد (۲۴). حال اگر گیاه روزتی قوی و پر برگ نداشته باشد کاهش مقدار مواد فتوسنتزی علاوه بر ممانعت طویل شدن ساقه و محور گل آذین، تشکیل گل و غلاف را نیز محدود می‌کند (۱۶). به عبارت دیگر ظرفیت مخزن و ظرفیت تولید مواد فتوسنتزی هر دو کاهش می‌یابند زیرا در زمان پر شدن غلاف‌ها، برگ‌ها ریزش کرده و فقط غلاف‌ها و ساقه سبز باقی مانده و تولید کننده عمده مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه می‌باشد (۹).

مندهام و همکاران (۱۸) روند رشد وزن خشک تاج و ریشه و شاخص سطح برگ را در یک رقم کلزای پاییزه در ۴ تاریخ کشت بررسی نمودند و مشاهده کردند که با تأخیر در تاریخ کاشت میزان شاخص سطح برگ، وزن خشک تاج و وزن خشک ریشه کاهش می‌یابد. در ابتدای پاییز و قبل از شروع سرمای زمستانه گیاه وارد مرحله روزت شده و با وقوع سرمای زمستان میزان تجمع ماده خشک متوقف شده و ثابت می‌ماند همچنین در برخی از این ایام این میزان به مقدار کم نیز کاهش پیدا می‌کند. با شروع فصل بهار و در اواخر زمستان گیاه شروع به رشد مجدد کرده و همزمان، ساقه‌کشی در گیاه رخ می‌دهد. همزمان با گلدهی، میزان تجمع ماده خشک افزایش می‌یابد. بعد از گل‌دهی شاهد افت میزان شاخص سطح برگ هستیم و میزان تجمع ماده خشک تقریباً ثابت می‌ماند. با شکل‌گیری غلاف‌ها و انجام عمل فتوسنتز به وسیله این اندام‌ها، شاهد افزایش مجدد وزن خشک تا مرحله رسیدگی می‌باشیم. بعد از مرحله رسیدگی و پر شدن دانه‌ها

محصول، شاخص سطح برگ و سرعت اسیمیلسیون خالص و همچنین عملکرد دانه تحت تأثیر کشت تأخیری بوده است.

### مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه تأثیر کشت تأخیری بر شاخص‌های فیزیولوژیکی مؤثر بر رشد ارقام کلزای معمولی، آزمایشی در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی کبوتر آباد اصفهان واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی اصفهان و در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ارتفاع ۱۵۴۱ متر از سطح دریا اجرا شد. متوسط حداقل و حداکثر دما به ترتیب در مهر ماه (تاریخ کاشت اول) ۹/۱ و ۲۹/۴ درجه سانتی‌گراد و در آبان ماه (تاریخ کاشت دوم) ۲/۳ و ۱۹ درجه سانتی‌گراد بوده است. همچنین متوسط حداقل و حداکثر دما به ترتیب در زمان گلدهی (فروردین ماه) ۶/۱ و ۲۱/۸ درجه سانتی‌گراد، در زمان پر شدن دانه‌ها و رسیدگی (اردیبهشت ماه) ۱۲/۱ و ۲۸/۹ و در زمان برداشت (خرداد ماه) ۱۲/۹ و ۲۸/۹ گزارش شده است. این آزمایش به صورت طرح کرت های یک بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل تاریخ کاشت در دو سطح (پنجم مهر ماه به عنوان تاریخ کاشت معمول و پنجم آبان ماه به عنوان تاریخ کشت تأخیری) و فاکتور فرعی شامل نه رقم کلزای معمولی<sup>۱</sup> (Hyola Sargol RGS003, 401, Hyola 330, Option 500, Zarfam, Opera, Slm 046, Modena) بود. هر کرت آزمایشی شامل دو پشته به فواصل ۶۰ سانتی‌متر از یکدیگر و طول مفید ۵ متر بوده و در دو طرف هر پشته دو خط کاشت قرار داده شد، در نتیجه هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به فواصل حدود ۳۰ سانتی‌متر بود. همچنین فاصله

میزان افزایش وزن خشک ثابت تا حدودی کاهش می‌یابد (۱۸).

تأخیر در کاشت سبب ضعیف شدن گیاه در اثر سرمای زمستان شده و در نتیجه گیاه در زمان مناسب به شاخص سطح برگ مطلوب نمی‌رسد. به همین دلیل قادر به تولید اسمیلات کافی برای پر کردن دانه‌های تشکیل شده به خصوص دانه‌های موجود در غلاف‌های روی شاخه فرعی نیست، این موضوع سبب افزایش درصد پوکی دانه‌ها در کشت دیر هنگام شده است. در کلزا از شروع رشد گیاه تا شروع رشد زایشی، برگ‌ها عمده ترین اندام فتوسنتز کننده در گیاه هستند و بعد از گل‌دهی ساقه‌ها و غلاف‌ها جای برگ‌ها را می‌گیرند و برگ‌ها به علت سایه‌اندازی اندام‌های فوقانی و همچنین پیری، ریزش می‌کنند (۶، ۸). تحقیقات نشان می‌دهد که تولید ماده خشک به ویژه ماده خشک غلاف و دانه بعد از ریزش برگ‌ها به شدت ادامه می‌یابد و حداقل نیمی از ماده خشک دانه از طریق فتوسنتز غلاف‌ها تولید می‌گردد (۱۳). با این حال برگ‌ها بعد از گل‌دهی سهمی حدود ۶ درصد در ماده خشک دانه را دارند (۱۵).

کلارک و سیمپسون (۱۰) نشان دادند که سرعت رشد محصول با شاخص سطح برگ تا مقدار ۳ رابطه خطی دارد، ولی با افزایش بیشتر شاخص سطح برگ به مقدار ناچیز افزایش می‌یابد، زیرا در شاخص سطح برگ برابر با ۳ تقریباً کل تشعشع ورودی دریافت می‌شود. سرعت اسیمیلسیون خالص با کاملتر شدن کنوپی در طی زمان و سایه‌اندازی بر روی برگ‌های پایین‌تر، کاهش پیدا می‌کند.

باتوجه به اینکه مراحل رشد و نمو کلزا در کشت تأخیری تحت تأثیر سرمای زمستانی و همچنین استرس حرارتی آخر فصل می‌باشد، لذا هدف از این مطالعه بررسی تغییرات برخی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیکی در دوره رشد رویشی و زایشی ارقام کلزا شامل میزان تجمع ماده خشک، سرعت رشد

<sup>۱</sup> - Brassica napus L.

سطحی به مساحت ۰/۵ متر مربع با رعایت حاشیه صورت گرفت. پس از هر بار نمونه‌برداری، نمونه‌ها بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و پس از تعیین شاخص سطح برگ، نمونه‌ها به تفکیک اجزاء برگ، ساقه و گل به مدت ۷۲ ساعت در آن تهویه‌دار در درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری و سپس جهت تعیین وزن خشک توزین شدند.

در این مطالعه شاخص‌های رشد از قبیل وزن خشک کل<sup>۱</sup>، سرعت رشد محصول<sup>۲</sup>، شاخص سطح برگ<sup>۳</sup> و سرعت جذب خالص<sup>۴</sup> با استفاده از معادلات زیر محاسبه شدند (کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۷۹).

$$LAI = \frac{\Delta LA}{A}$$

(۱)

$$CGR = \frac{1}{A} \times \left( \frac{\Delta DM}{\Delta T} \right)$$

(۲)

$$NAR = \frac{CGR}{LAI}$$

(۳)

که در آن  $A$  واحد سطح مزرعه و  $\Delta T$  تغییرات زمان بر حسب روز می‌باشد. با توجه به خصوصیات رشدی کلزا، از جمله دارا بودن رشد روزت و همچنین فتوسنتز غلاف‌ها و سهم قابل ملاحظه این اندام‌ها در پر شدن دانه‌ها (۱۳، ۲۸)، شاخص‌های رشد مذکور (LAI، CGR، TDM و NAR) از معادله رگرسیونی درجه دو تبعیت نمی‌کنند. بر این اساس برای رسم نمودارهای روند رشد، از نمودارهای نوع "جریان داده‌ها"<sup>۵</sup> استفاده شد.

کلید داده‌های حاصله با استفاده از نرم‌افزار آماری Mstat-c مورد تجزیه واریانس قرار گرفت و میانگین‌ها بر اساس

بوته‌ها روی خط کاشت ۶ سانتی‌متر و تراکم اعمال شده حدود ۵۵ بوته در متر مربع انتخاب گردید.

برای اجرای این طرح در اواخر تابستان ۱۳۸۴ زمین مورد نظر توسط گاو آهن برگردان دار شخم عمیق زده شد و پس از تسطیح زمین به وسیله مال، اقدام به نمونه‌گیری از خاک مزرعه در اعماق ۰ تا ۶۰ سانتی‌متر گردید و بر اساس نتایج تجزیه خاک، توصیه‌ی کودی ۶۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص از دو نوع کود شیمیایی فسفات آمونیوم و اوره همراه با علف کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به وسیله دو دیسک عمود بر هم با خاک مخلوط شد. سپس با دقت کامل ردیف‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شد. در نهایت با انجام ریسمان کشتی زمین با دقت اقدام به پیاده کردن طرح با توجه به نقشه آزمایش شد به طوری که تعداد ۲ پشته با فاصله ۶۰ سانتی‌متر که طرفین هر پشته یک ردیف کاشت وجود داشت و بنابر این ۴ خط کاشت به طول ۵ متر در هر کرت آزمایشی در نظر گرفته شد. سپس زمین آبیاری شده و بعد از گاو رو شدن اقدام به کاشت ارقام کلزا در دو تاریخ کاشت ۸۴/۷/۵ و ۸۴/۸/۵ شد. به منظور ایجاد تراکم مناسب در مرحله ۴ تا ۶ برگی اقدام به تنک کردن گیاهان شد، که با این کار فاصله دو بوته روی هر خط کاشت ۶ سانتی‌متر رسید و تراکم نهایی ۵۵ بوته در متر مربع اعمال شد.

در این آزمایش برای نمونه برداری از کرت‌های آزمایشی، دو خط کاشت وسط با در نظر گرفتن ۵۰ سانتی‌متر حاشیه از ابتدا و انتهای خط در نظر گرفته شد که در هر نوبت نمونه‌برداری تعداد ۵ بوته از هر کرت برداشت شد. زمان نمونه برداری‌ها به این صورت انجام پذیرفت که در مرحله روزت گیاه کلزا به فاصله یک ماه یک بار نمونه برداری انجام شد و بعد از برطرف شدن دوران رکود زمستانه و شروع ساقه کشتی با فاصله زمانی هر دو هفته یک بار نمونه برداری انجام پذیرفت و تا برداشت نهایی ادامه یافت. نمونه‌برداری از

<sup>۱</sup>- TDW (Total Dry Weight)

<sup>۲</sup>-CGR (Crop Growth Rate)

<sup>۳</sup>-LAI ( Leaf Area Index)

<sup>۴</sup>-NAR (Net Assimilation Rate)

<sup>۵</sup>-Run chart

تأخیری می باشد، که این میزان بیش از حدود دو برابر است، ولی توسعه شاخص سطح برگ بعد از مرحله به ساقه رفتن، در کشت تأخیری نسبت به کشت معمولی با شدت بیشتری ادامه یافته است (شکل ۱). در زمان گل‌دهی و دو هفته بعد از آن میزان شاخص سطح برگ به حداکثر مقدار خود می‌رسد (۲۵) و سپس در اثر سایه‌اندازی اندام‌های فوقانی از قبیل گل‌ها، غلاف‌ها و ساقه‌ها، سطح برگ به سرعت کاهش می‌یابد (۹ و ۱۸)، که این امر در ارقام مختلف متفاوت است، با این حال برگ‌ها بعد از گل‌دهی سهمی حدود ۶٪ در ماده خشک دانه را دارند (۱۵).

آزمون چند دامنه دانکن در سطح آماری ۵ درصد مقایسه شدند. جهت رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

## نتایج و بحث

### شاخص سطح برگ

اثر تاریخ کاشت بر حداکثر شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، به طوری که تاریخ کاشت اول شاخص سطح برگ بیشتری را نسبت به تاریخ کاشت دوم به خود اختصاص داد (جدول ۲). روند تغییرات شاخص سطح برگ کلزا در تاریخ‌های مختلف کاشت حاکی از آن است که میزان توسعه شاخص سطح برگ در دوره رشدی روزت قبل از به ساقه رفتن، درکشت معمولی بیشتر از کشت

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های رشد در ارقام کلزای پاییزه تحت تأثیر تیمار کشت تأخیری و کشت معمولی

میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	حداکثر شاخص سطح برگ	وزن خشک کل (گرم در متر مربع)	جذب خالص (گرم در متر مربع در روز)	حداکثر سرعت رشد محصول (گرم در متر مربع در روز)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
تکرار	۲	۴/۴*	۱۲۶۵۷۱۸*	۷/۵**	۱۲۷/۸*	۹۱۰۸۳
تاریخ کاشت	۱	۲۰/۱**	۳۶۱۱۰۱۰*	۲	۵۵۸/۳**	۴۴۰۹۹۳۵*
خطای (الف)	۲	۰/۰۷	۴۸۱۴۷	۰/۱۳	۲/۲	۱۸۴۰۱۹
رقم	۱۱	۱/۳**	۹۰۷۹۲**	۱/۱**	۵۲/۸**	۳۳۰۰۱۳۴**
تاریخ کاشت × رقم	۱۱	۰/۶**	۴۳۲۱۲**	۰/۸**	۱۳/۱**	۳۲۶۰۴۶**
خطای (ب)	۴۴	۰/۰۰۳	۸۹۳	۰/۰۳	۰/۲	۱۱۵۵۳۶

\* و \*\* به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و یک درصد.

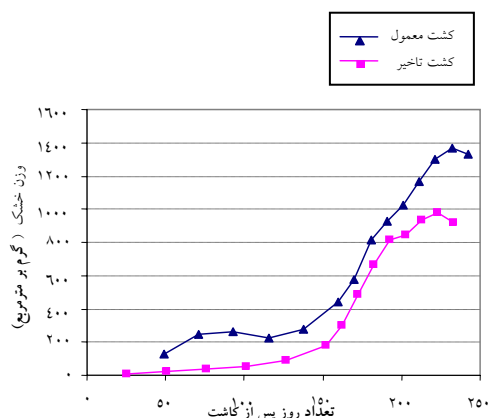
جدول ۲- مقایسه میانگین‌های شاخص‌های رشد در ارقام کلزای پاییزه تحت تأثیر تیمار کشت تأخیری و کشت معمولی

تاریخ کاشت	حداکثر شاخص سطح برگ	وزن خشک کل (گرم در متر مربع)	حداکثر سرعت جذب خالص (گرم در متر مربع در روز)	حداکثر سرعت رشد محصول (گرم در متر مربع در روز)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
پنجم مهر ماه	۴/۹۲ a	۱۳۷۲ a	۵/۴۳ a	۲۳/۷ a	۲۹۶۶ a
پنجم آبان‌ماه	۳/۸۷ b	۹۲۴ b	۵/۷۶ a	۱۸/۱ b	۲۴۷۱ b
رقم					
Option 500	۳/۷۸ h	۹۸۹ f	۴/۹۸ g	۱۶/۰ h	۲۴۹۰ d
Hyola 330	۴/۷۳ c	۱۲۳۲ b	۵/۲۴ e	۲۱/۰ def	۳۱۴۰ abc
Hyola 401	۴/۴۶ de	۱۱۷۴ c	۵/۹۴ b	۲۱/۶ d	۲۹۸ abcd
Sargol	۴/۵۱ d	۱۱۸۷ bc	۵/۸۸ b	۲۲/۸ c	۲۵۵۰ cd
Modena	۴/۰۲ g	۱۰۵۶ e	۵/۹۴ b	۲۰/۳ f	۲۶۵۵ bcd
Slm 046	۴/۹۵ b	۱۲۹۳ a	۵/۸۸ b	۲۴/۷ b	۳۵۸۵ a
Opera	۴/۲۸ f	۱۱۱۴ d	۶/۲۲ a	۲۲/۶ c	۳۴۴۵ a
Zarfam	۵/۰۷ a	۱۳۲۱ a	۵/۹۱ b	۲۵/۴ a	۳۶۰۵ a
RGS003	۴/۹۷ b	۱۲۹۱ a	۴/۹۶ g	۲۱/۰ ef	۳۲۰۵ ab

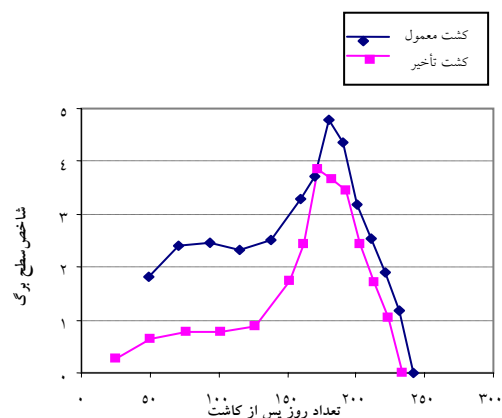
میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، فاقد تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح آماری ۵ درصد می‌باشند.

رقم Option500 نیز کمترین میزان حداکثر شاخص سطح برگ را نشان دادند (جدول ۲). تحقیقات دیگران نیز مؤید آن است که میزان شاخص سطح برگ در ارقام مختلف متفاوت می‌باشد (۸، ۱۳).

تفاوت بین ارقام از نظر حداکثر شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، به طوری که به ترتیب ارقام Zarfam، RGS003 و Slm046 بیشترین میزان حداکثر شاخص سطح برگ را به خود اختصاص دادند، بین ارقام RGS003 و Slm046 تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).



شکل ۲- روند تغییرات وزن خشک کل گیاه (TDW) در کل فصل رشد تحت تأثیر تیمار کشت معمولی و کشت تأخیری



شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ (LAI) در کل فصل رشد تحت تأثیر تیمار کشت معمولی و کشت تأخیری

فصل بهار و در اواخر زمستان گیاه شروع به رشد مجدد کرده و همزمان، ساقه کشی در گیاه رخ می‌دهد. همزمان با گلدهی، میزان تجمع ماده خشک افزایش می‌یابد. بعد از گل‌دهی شاهد افت میزان شاخص سطح برگ هستیم و میزان تجمع ماده خشک تقریباً ثابت می‌ماند. با شکل‌گیری غلاف‌ها و انجام عمل فتوسنتز به وسیله این اندام‌ها، شاهد افزایش مجدد وزن خشک تا مرحله رسیدگی می‌باشیم. بعد از مرحله رسیدگی و پر شدن دانه‌ها میزان افزایش وزن خشک ثابت تا حدودی کاهش می‌یابد. این روند توسط محققان دیگر نیز گزارش شده است (۱۷، ۱۸).

تفاوت بین ارقام از نظر میزان ماده خشک تجمعی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). ارقام Zarfam, Slm046 و RGS003 بیشترین تجمع ماده خشک تجمعی را به خود اختصاص دادند، ولی بین این ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). رقم Option500 نیز کمترین میزان تجمع ماده خشک را نشان دادند (جدول ۲).

## وزن خشک کل

اثر تاریخ کاشت بر میزان ماده خشک کل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، به طوری که تاریخ کاشت اول میزان ماده خشک تجمعی بیشتری را نسبت به تاریخ کاشت دوم به خود اختصاص داد (جدول ۲). هر چه تاریخ کاشت کلزا به تأخیر بیفتد، دوره رشد گیاه کوتاه‌تر شده و ماده خشک تولید شده گیاه نیز کاهش می‌یابد (۲۰). به طوری که در تاریخ کاشت نخستین (زودتر) گیاه دارای روزت قوی و پر برگی بوده و طول مرحله طویل شدن ساقه افزایش یافته و تولید ماده خشک گیاه سریع‌تر و در شرایط محیطی بهتری انجام می‌شود، ولی در تاریخ کاشت تأخیری گیاه با روزتی که دارای پوشش برگی کمی می‌باشد به ساقه می‌رود و در نتیجه قدرت تولید ماده خشک گیاه کاهش می‌یابد.

روند تجمع ماده خشک کلزا در تاریخ‌های مختلف کاشت حاکی از آن است که در ابتدای پاییز و قبل از شروع سرمای زمستانه افزایش ماده خشک در مرحله روزت صورت پذیرفت. با وقوع سرمای زمستان میزان تجمع ماده خشک متوقف شده و ثابت ماند، همچنین در برخی از این ایام این میزان به مقدار ناچیزی کاهش پیدا می‌کند (شکل ۲). با شروع

### سرعت اسیمیلاسیون خالص

اثر تاریخ کاشت بر حداکثر سرعت اسیمیلاسیون خالص معنی‌دار نشد (جدول ۱). کاهش سایه اندازی برگ‌ها در اثر کاهش شاخص سطح برگ در کشت تأخیری موجب شده است که علی‌رغم کاهش میزان شاخص سطح برگ در اثر کشت تأخیری، میزان سرعت اسیمیلاسیون خالص تفاوت معنی‌داری با این میزان در کشت معمولی نداشته، و حتی اندکی افزایش یابد.

روند تغییرات شاخص سطح برگ کلزا در تاریخ‌های مختلف کاشت حاکی از آن است که در ابتدای رشد روزت کلزا در پاییز، میزان سرعت اسیمیلاسیون خالص در سطح نسبتاً بالایی بوده است. با شروع فصل سرما و دوره استراحت زمستانه، به علت افزایش شاخص سطح برگ و سایه‌اندازی برگ‌های بالایی بر روی برگ‌های پایینی، میزان سرعت اسیمیلاسیون خالص کاهش یافت. با آغاز فصل بهار و شروع مرحله ساقه‌کشی، زاویه برگ‌ها نسبت به سطح افق افزایش یافته و این امر موجب افزایش میزان نفوذ نور در کانونی و کاهش سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر شده است، بنابر این در این زمان میزان سرعت اسیمیلاسیون خالص نیز افزایش پیدا کرد و قبل از آن که بیشترین شاخص سطح برگ حاصل شود، میزان سرعت اسیمیلاسیون خالص به حداکثر مقدار خود رسید (شکل ۳). تایو و مورگان (۲۶) نیز گزارش کردند که در زمان گل‌دهی و دو هفته پس از آن در گیاه کلزا، هنگامی که میزان شاخص سطح برگ به حداکثر مقدار خود رسید، سرعت اسیمیلاسیون خالص در اثر سایه‌اندازی اندام‌های فوقانی از قبیل گل‌ها، غلاف‌ها و ساقه‌ها، به سرعت کاهش می‌یابد که این عکس‌العمل توسط محققین دیگر (۹، ۱۸) نیز تأیید شده است. در مطالعه حاضر پس از این مرحله، مرحله گل‌دهی، در زمان پر شدن غلاف‌ها شاهد افزایش

کاذب مجدد سرعت اسیمیلاسیون خالص بودیم، که این امر به دلایل زیر قابل توجیه می‌باشد:

۱- فتوستتز غلاف‌ها و سهم مهم آن در افزایش سرعت رشد محصول که حداقل نیمی از ماده خشک دانه از این طریق تولید می‌گردد (۱۳).

۲- کاهش سهم برگ‌ها در عمل فتوستتز بعد از گل‌دهی، که این میزان ۶٪ گزارش شده است (۱۵).

با توجه به دلایل مذکور و همچنین نظر به رابطه سرعت اسیمیلاسیون خالص با میزان سرعت رشد محصول و شاخص سطح برگ ( $NAR = \frac{CGR}{LAI}$ )، شاهد افزایش غیر حقیقی سرعت اسیمیلاسیون خالص در این مرحله، مرحله پر شدن غلاف‌ها، می‌باشیم. بدیهی است برای محاسبه NAR حقیقی می‌بایست میزان سطح غلاف‌ها نیز به عنوان سطح فتوستتز کننده محاسبه گردد (۲۲)، در غیر این صورت با توجه به اینکه میزان LAI در این مرحله بیان‌کننده ی میزان سطح فتوستتز کننده کل نمی‌باشد، در نتیجه میزان NAR بیشتر از حد حقیقی محاسبه خواهد شد.

تفاوت بین ارقام از نظر سرعت جذب خالص در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، به طوری که رقم Opera بیشترین سرعت اسیمیلاسیون خالص را به خود اختصاص داد و پس از آن ارقام Modena، Hyola401، Sarigol، Zarfam و SIm046، بیشترین سرعت اسیمیلاسیون خالص را نشان دادند، ولی بین این ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

ارقام RGS003 و Option500 نیز کمترین سرعت جذب خالص را دارا بودند، بین این ارقام تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). تحقیقات دیگران نیز مؤید آن است که میزان سرعت جذب خالص در ارقام مختلف متفاوت می‌باشد (۲۷).



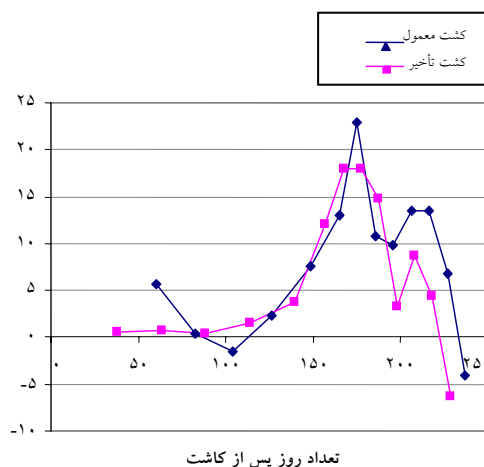
## سرعت رشد محصول

اثر تاریخ کاشت بر میزان حداکثر سرعت رشد محصول در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۱)، به طوری که تاریخ کاشت اول به طور معنی داری از سرعت رشد محصول بیشتری نسبت به تاریخ کاشت دوم برخوردار بود (جدول ۲). روند تغییرات سرعت رشد محصول کلزا در تاریخ‌های مختلف کاشت حاکی از آن است که با سرد شدن هوا و ایجاد استراحت زمستانه در گیاه، میزان سرعت رشد محصول کاهش یافت، حتی منفی نیز شد و با شروع بهار و ساقه کشی گیاه، سرعت رشد محصول نیز افزایش پیدا کرد. مقدار سرعت رشد محصول در زمان گل دهی به حداکثر خود رسیده که در این زمان گیاه دارای حداکثر شاخص سطح برگ نیز بوده است (شکل ۱).

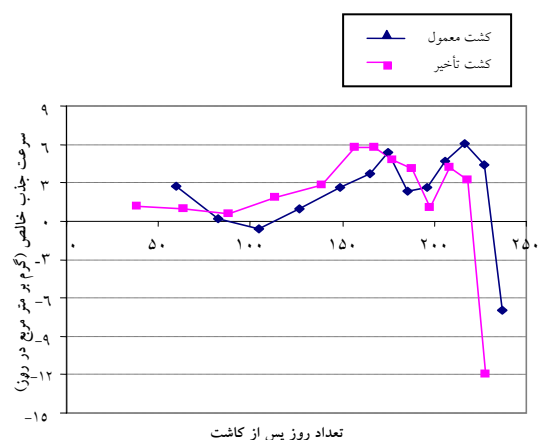
با رسیدن گیاه به حد نهایی رشد، در اثر سایه اندازی اندام‌های فوقانی روی برگ‌ها و کاهش قدرت فتوسنتز و پیری و ریزش برگ‌ها، سرعت رشد محصول به سرعت کاهش

یافت. با شروع پر شدن غلاف‌ها سرعت رشد محصول افزایش مجددی نشان داد و بعد از پر شدن غلاف‌ها و نزدیک شدن به مرحله رسیدگی میزان سرعت رشد محصول کاهش پیدا نمود (شکل ۴). سرعت رشد محصول هماهنگی کاملی با روند تغییرات شاخص سطح برگ داشت که این عکس العمل با نتایج ناندا و همکاران (۲۳) مطابق است. در زمان پر شدن غلاف‌ها، برگ‌ها ریزش کرده و فقط غلاف‌ها و ساقه سبز باقی مانده و تولید کننده عمده مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه می‌باشد (۹، ۱۷).

تحقیقات نشان می‌دهد که تولید ماده خشک به ویژه ماده خشک غلاف و دانه بعد از ریزش برگ‌ها به شدت ادامه می‌یابد و حداقل نیمی از ماده خشک دانه از طریق فتوسنتز غلاف‌ها تولید می‌گردد (۱۳). با این حال برگ‌ها بعد از گل‌دهی سهمی حدود ۶٪ در ماده خشک دانه را دارند (۱۵). این روند مشاهده شده مطابق نتایج محققین دیگر (۵، ۱۳) بوده است.



شکل ۴- روند تغییرات سرعت رشد محصول (CGR) در کل فصل رشد تحت تأثیر تیمار کشت معمولی و کشت تأخیری



شکل ۳- روند تغییرات سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR) در کل فصل رشد تحت تأثیر تیمار کشت معمولی و کشت تأخیری

معنی‌داری مشاهده نشد، همچنین رقم Land race کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۲).

همبستگی مثبت و معنی‌داری بین میزان عملکرد دانه با شاخص سطح برگ ( $r=0/59^{**}$ )، سرعت رشد محصول ( $r=0/63^{**}$ ) و ماده خشک کل ( $r=0/43^{**}$ ) مشاهده گردید، که بیان‌کننده آن است که هر چه سطح برگ گیاه در زمان گل‌دهی بیشتر باشد، گیاه قادر به استفاده بهتر و بیشتر از تشعشع خورشیدی بوده (۲۳) و توان تولید مواد فتوسنتزی بیشتری دارد که این مواد را در زمان گرده افشانی و گل‌دهی در اختیار گلچه‌ها قرار می‌دهد و به این طریق بر تعداد بالقوه غلاف‌ها و بذور و در نهایت عملکرد بذر تأثیر می‌گذارد (۱۴، ۶).

### نتیجه‌گیری

تأخیر در کاشت موجب کاهش میزان تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و در نهایت عملکرد دانه شد، ولی بر روی سرعت اسیمیلایون خالص تأثیری نداشت. ارقام Zarfam و SIm046 بیشترین میزان تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند، ولی بیشترین سرعت اسیمیلایون خالص مربوط به رقم Opera بوده است. کمترین میزان تجمع ماده خشک، سرعت رشد محصول، شاخص سطح برگ و سرعت اسیمیلایون خالص را رقم Option500 به خود اختصاص داده است.

تفاوت بین ارقام از نظر میزان سرعت رشد محصول در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، به طوری که به ترتیب ارقام SIm046, Zarfam, Sargol و Opera بیشترین میزان سرعت رشد محصول را به خود اختصاص دادند، بین ارقام Sargol و Opera تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). ارقام Option500 و Modena نیز کمترین میزان سرعت رشد محصول را نشان دادند (جدول ۲).

### عملکرد دانه

اثر تاریخ کاشت بر میزان عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، به طوری که تاریخ کاشت اول میزان عملکرد دانه بیشتری را نسبت به تاریخ کاشت دوم به خود اختصاص داد (جدول ۲). نتایج حاصل با نتایج محققین دیگر (۱۴، ۱۹) مطابقت دارد. عملکرد زیاد بذر در کاشت‌های زود ناشی از بهره‌برداری بهتر و طولانی‌تر از تشعشع قابل دسترس، دما و طول روز بوده است که سطح برگ و تولید ماده خشک بیشتری را سبب شده است.

عملکرد کم بذر در تاریخ‌های دیر به علت شاخص سطح برگ پایین و جذب تشعشع کمتر در طی مرحله رشد رویشی و مرحله کوتاه‌تر رشد زایشی همراه با دمای زیاد در زمان گل‌دهی و مراحل بعد از آن می‌باشد که سبب کاهش تعداد غلاف‌های بارور شده و نیز در انتقال مواد ذخیره‌ای به دانه‌ها اختلال ایجاد می‌کند. این حالت سبب کاهش وزن هزار دانه و پوکی دانه‌ها و در نهایت سبب کاهش عملکرد بذر می‌شود (۱۴، ۶). تفاوت بین ارقام از نظر میزان عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، به طوری که ارقام SIm, Zarfam, RGS, Opera و H-330 و H-401 بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند، بین این ارقام تفاوت

## منابع

۱. خواجه پور م. ر. ۱۳۷۸. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان، چاپ دهم.
۲. کوچکی ع. و غ. سرمدنیا. ۱۳۷۹. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۶۷ صفحه.
۳. کوچکی ع.، ح. راشد محصل، م. نصیری و ر. صدرآبادی. ۱۳۶۷. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات بنیاد فرهنگی رضوی.
4. **Adamsem F.J. and T. Coffelt. 2005.** Planting date effects on flowering, seed yield and oil content of rape and crambe cultivars. *Industrial Crops and Products*, 21(3): 293-307.
5. **Abuzeid A.E. and S.J. Wilcockson. 1989.** Effect of sowing date plant density and year on growth and yield of Brussels sprouts. (*Brassica oleraceae*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 112:359-357.
6. **Allen E.J. and D.G. Morgan. 1975.** A quantitative comparison of the growth, and yield of different varieties of oilseed rape. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 85: 159-174.
7. **Bauer A., A.B. Frank and A.L. Black. 1984.** Estimation of spring leaf growth rates and anthesis from air temperature. *Agronomy Journal*, 79: 829-835.
8. **Berkenkemp B. 1973.** A Growth stage key for rape. *Canadian Journal of Plant Science*, 53: 473.
9. **Champan J.F., R.W. Dniels and D.H. Scarisbrick. 1984.** Field studies on 14C assimilate fixation and movement in oilseed rape, (*B. napus*). *Journal of Agricultural Science*, 102: 23-31.
10. **Clarke J. M. and G. M.Simpson. 1978.** Growth analysis of *Brassica napus*. *Canadian Journal of Plant Science*, 58:587-595.
11. **Degenhardt D.F. and Z.P. Kondra. 1981.** The influence of seeding date and seeding rate on seed yield and growth characters of five genotip of *Brassica napus*. *Canadian Journal of Plant Science*, 6:158-190.
12. **Dehdashti S.M. and A. Soleymani. 2008.** Heat stress affected on flowering and seed yield in delay cropping canola (*Brassica napus*, *B.rapa* and *B. juncea*). *Crop Research*, in press.
13. **Diepenbrock W. 2000.** Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Field Crops Research*, 67:35-49.
14. **Fathi G., S.A. Siadat and S.S. Hemaiaty. 2003.** Effect of sowing date on yield and yield components of three oilseed rape varieties. *Acta Agronomica Hungarica*, 51(3): 249-255.
15. **Freyman S., W.A. Charnetski. and R.K. Crookston. 1973.** Role of leaves in the formation of seed in rape. *Canadian Journal of Plant Science*, 53: 693-694.
16. **Keiller D.R. and D.G. Morgan. 1988.** Distribution of 14 carbon- labeled assimilates in flowering plant of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 111: 347-355.
17. **Major D.J., J.B. Bole and W.A. Charnetski. 1978.** Distribution of photosynthates after 14Co2 assimilation by stems, leaves and pods of rape plonts. *Canadian Journal of Plant Science*, 58: 783-787.
18. **Mendham N.J., P.A. Shipway and R.K. Scott. 1981.** The effect of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 96: 389-416.
19. **Mendham N.J., Russell J. and G.C. Buzza. 1984.** The contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of oil-seed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 103:303-316.
20. **Mendham N.J., J. Russell and N.K. Jarosz. 1990.** Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oilseed rape (*Brassica napus*). *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 114: 275-283.

21. Morrison M.J. and D.W. Stewart. 2002. Heat stress during flowering in summer Brassica. Crop Science, 42: 797-803.
22. Muller J., T. Behrens and W. Diepenbrock. 2006. Use of a new sigmoid growth equation to estimate organ area indices from canopy area index in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Field Crop Research, 96: 279-295.
23. Nanda A. R., S.C. Bhargava and H.M. Rawson. 1995. Effect of sowing date on rates of leaf appearance, final leaf numbers and areas in *Brassica campestris*, *B. juncea*, *B. napus* and *B. carinata*. Field Crops Research, 42(2-3): 125-134.
24. Sylvester-Bradly R. and R.J. Makepeace. 1984. A code for stages of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). As. App. Bio.6: 399-419.
25. Tayo T.O. and D.G. Morgan. 1979. Factors in fluencing flower and pod development in oil- seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge, 92: 363-373.
26. Tayo T.O. and D.G. Morgan. 1975. Quantitative analysis of the growth, development and distribution of flowers and pods in oil-seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge, 85:103-110.
27. Thurling N. and R. Kaveeta. 1992. Yield improvement of oilseed rape (*Brassica napus* L.) in a low rainfall environment. II. Agronomic performance of lines selected on the basis of pre-anthesis development. Australian journal of Agricultural Research 43: 623-633.
28. Tommy A.M. and E.J. Evans. 1992. Analysis of post flowering compensatory growth in winter oilseed rape (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Science, Cambridge, 118: 301-308.