بررسی رشد و نمو سه رقم کلزای پاییزه (*Brassica napus* L.) در تاریخ‌های مختلف کاشت

کمال حاج محمدنیا قالی باف[۱]، هوشنگ آلیاری[۲]*، کاظم قاسمی گلعذانی[۲] و سید ابوالقاسم محمدی[۲]

چکیده

به منظور بررسی شاخص‌های رشد سه رقم کلزای پاییزه در تاریخ‌های مختلف کاشت، آزمایشی در سال زراعی ۷۶-۱۳۷۵ در ایستگاه تحقیقاتی خلعت پوشان دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به مورد اجرا در آمد. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام گرفت. عامل ها شامل تاریخ کاشت (۲۷ شهریور، ۱۱ مهر و ۲۶ مهر ماه) و سه رقم کلزای پاییزه به نام‌های بلیندا، کبری و کوییتا بود. نتایج نشان داد که با تاخیر در کاشت، شاخص سطح برگ (LAI) ماده خشک کل (TDM)، سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت رشد نسبی (RGR) ارقام کلزا کاهش می‌یابد. شاخص‌های رشد در بین ارقام کلزا تفاوت معنی داری داشتند. این تفاوت ها در مراحل پس از گلدهی بیشتر بود. LAI، TDM، CGR و RGR برای رقم بلیندا در هر سه تاریخ کاشت، بیشتر از ارقام کبری و کوییتا بود که منجر به عملکرد بالاتر این رقم شد.

واژه‌های کلیدی: ارقام کلزا، تاریخ کاشت، شاخص‌های رشد و عملکرد دانه.

مقدمه

کلزا یکی از مهمترین دانه‌های روغنی دهه‌های اخیر جنس براسیکا[۳] محسوب می‌شود. بررسی آمار بیست سال اخیر نمایانگر آن است که سطح زیر کشت کلزا در جهان به دو برابر و تولید دانه آن در همین مدت به سه برابر افزایش یافته است که این سرعت رشد دلیل روشنی بر توان تولید و قدرت سازگاری کلزا به شرایط مختلف آب و هوایی است (۱ و ۲۳). در ایران نیز با توجه به اهمیت تولید دانه‌های روغنی و از جمله کلزا، شناسایی شاخص‌های موثر بر عملکرد و تجزیه رشد این گیاه زراعی و استفاده از آنها در برنامه‌های به‌نژادی و به‌زراعی می‌تواند در افزایش تولید موثر باشد.

تجزیه رشد روشی برای توجیه و تفسیر واکنش‌های گیاه نسبت به شرایط محیطی است که گیاه در مراحل فنولوژیک با آن مواجه می‌شود. شناخت و ارزیابی شاخص‌های رشد در تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر عملکرد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد، بنابراین تعیین ماده خشک گیاهی در واحد سطح و در جریان رشد، که حاصل تجمع مواد فتوسنتزی است، عملکرد گیاهان زراعی را تعیین می‌کند (۳، ٤، ٥، ٦، ٨، ١٢، ٢٢، ٢٨ و ٢٩). در بین شاخص‌های رشد، سرعت رشد محصول بیشترین همبستگی را با عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی داشته و از اجزای موثر آن می‌توان به سرعت فتوسنتز خالص و شاخص سطح برگ اشاره نمود (٦).

به استناد بررسی‌های کریمی (٤) و راسل و همکاران (٢٦)، سرعت رشد و بسیاری از فرآیندهای بیولوژیک، تحت تاثیر دما قرار می‌گیرند. بنابراین تلفیق دما با رشد و نمو اندام‌های گیاهی، تشریح و توجیه فرآیندهای مذکور را امکان‌پذیر می‌سازد. نامبردگان

تاریخ پذیرش: ۸۵/۲/۲

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز.

* مسئول مکاتبه E-mail:Aliyari@tabrizu.ac.ir

[3] - Brassica

اظهار می‌دارند؛ از آنجایی که هر مرحله از رشد گیاه تحت تاثیر مستقیم دمای محیط قرار می‌گیرد، بنابراین برای برقراری توابع رشد، بهتر است از نسبت تغییرات وزن خشک به تغییرات شاخص دمایی به جای تقویم زمانی استفاده شود.

فریمن و همکاران (۱۱) گزارش دادند که شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی کلزا، با تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین همبستگی مثبت دارد. آنها دلیل این امر را تامین مواد فتوسنتزی به گلچه‌ها در مرحله گرده افشانی عنوان نمودند.

اثرات تاریخ کاشت بر روی شاخص‌های رشد کلزا توسط پژوهشگران زیادی بررسی شده است (۱۳، ۱٤، ۱۵، ۱۸، ۱۹، ۲۸ و ۲۹). با تاخیر در کاشت، در تمامی مراحل رشد، شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و تجمع ماده خشک کاهش می‌یابد (۷، ۱۳، ۱٦ و ۲۷) که این امر ناشی از کوتاه شدن دوره رشد و زمان کوتاه برای تجمع ماده خشک می‌باشد. لاتمن و دیکسون (۲۰) گزارش کردند که با تاخیر در کاشت کلزا (از شهریور ماه لغایت مهر ماه) ماده خشک و شاخص سطح برگ آن به شدت کاهش می‌یابد. مندهام و اسکات (۲۱) گزارش نمودند که تاخیر در کاشت، ارتفاع بوته کلزا را در زمان گلدهی کاهش می‌دهد که این امر سبب عدم تولید حداکثر شاخص سطح برگ و ماده خشک توسط گیاه و در نتیجه کاهش تولید خورجین و افت عملکرد دانه می‌گردد. نشان داده شده است که کاهش عملکرد کلزا با تاخیر در کاشت ناشی از کاهش تعداد خورجین در واحد سطح و کاهش وزن هزار دانه همراه بوده است که هر دوی این صفات، از شاخص سطح برگ پایین متاثر می‌گردند (۲٤). براساس گزارش دیپن بروک (۹)، برگ‌ها از نقش کلیدی در فتوسنتز گیاه برخوردار بوده و ماده خشکی که در طول دوره رشد رویشی تجمع می‌یابد، در مرحله پر شدن دانه‌ها، با انتقال به اندام‌های ذخیره‌ای، رشد خورجین و پر شدن دانه را تامین می‌کند. به نظر این پژوهشگر بین تجمع ماده خشک تا زمان گلدهی با تعداد خورجین در بوته رابطه خطی وجود دارد.

تعیین دقیق تاریخ کاشت در مناطقی با سرما و یخبندان زود هنگام پاییزه (برخوردار از فصل رشد کوتاه‌تر)، نقش مهمی را در کمیت و کیفیت ماده خشک ایفا می‌کند (۲٤). هوکینگ (۱۵) و میرالز و همکاران (۲۳) کاهش عملکرد دانه و کاهش رشد گیاه کلزا را در کاشت‌های تاخیری گزارش کردند. کاهش عملکرد دانه و کاهش شاخص برداشت به کوتاه شدن دوره رشد رویشی کلزا منتسب شده است به گونه‌ای که به نظر نامبرده بالقوه عملکرد دانه کلزا بدواً از تاریخ کاشت‌های زود هنگام تبعیت می‌کند (۲۳). بنابراین تعیین تاریخ کاشت در مناطق سردسیر امری مهم است و مطالعه شاخص‌های رشد در رسیدن به این هدف نقش موثری را ایفا می‌کنند. با توجه به موارد فوق این آزمایش جهت بررسی رشد و نمو سه رقم کلزای پاییزه در تاریخ‌های مختلف کاشت در منطقه تبریز به مورد اجرا در آمد.

مواد و روشها

در سال زراعی ۷٦-۱۳۷۵، آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز واقع در خلعت پوشان به مرحله اجرا گذاشته شد. در این آزمایش تاریخ کاشت (۲۷ شهریور ماه، ۱۱ مهر و ۲٦ مهر ماه) و ارقام کلزای پاییزه، بلیندا[1]، کبری[2] و کوینتا[3]، به عنوان تیمارهای آزمایش در نظر گرفته شدند. خاک محل اجرای آزمایش از نوع لوم شنی و با pH قلیایی ضعیف تا متوسط است (۲).

[1] - Blinda
[2] - Cobra
[3] - Quinta

عملیات آماده سازی زمین و بستر کاشت در اوایل شهریور ماه صورت پذیرفت. به هنگام تهیه بستر به خاک مزرعه مقدار ۱۰۰ کیلوگرم کوه اوره، ۵۰ کیلوگرم کود سولفات پتاسیم و ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم در هکتار اضافه شد. در تاریخ‌های ذکر شده، بذور در فاصله ردیفی ۳۳ سانتی‌متر و در عمق ۳-۲ سانتی‌متری خاک با دست کشت شدند. هر واحد آزمایشی شامل ٦ خط کاشت به طول ٥ متر بود و بین تیمارهای آزمایشی، یک خط نکاشت فاصله منظور گردید. تنک نهایی بوته‌ها در مرحله شروع ساقه رفتن با حفظ ۸۰ بوته در متر مربع اجرا شد و همزمان ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار به عنوان کود سرک در پای بوته‌ها ریخته شد. با شروع فصل رشد در بهار (اواسط فروردین ماه ۱۳۷٦) با تناوب هر ۱۰ روز یکبار، از هر واحد آزمایشی تعداد ٤ بوته کف بر شده و جهت اندازه‌گیری وزن خشک بوته‌ها به آزمایشگاه منتقل گردیدند. البته در کلیه نمونه‌برداری‌ها، اثرات حاشیه مدنظر قرار گرفت.

سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سطح سنج الکترونیکی به دست آمد. وزن خشک بوته‌ها پس از قرار دادن آنها در دمای ۷۵ °C به مدت ٤٨ ساعت در آون تهویه‌دار اندازه‌گیری شد. برای برآورد شاخص‌های رشد (سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی) از مقادیر وزن خشک بوته‌ها (گرم در متر مربع) برای هر تیمار در هر مرتبه نمونه برداری استفاده گردید و با توجه به اینکه بین نمو گیاهی و دما رابطه تنگاتنگی وجود دارد، محاسبه CGR[1] و RGR[2] با استفاده از درجه-روزهای رشد به جای تقویم زمانی انجام پذیرفت. درجه- روز رشد برای هر روز از کاشت تا هر نوبت نمونه برداری با استفاده از رابطه ۱ محاسبه گردید (۱۷).

$$H_i = \left[\left(\frac{T_{max} + T_{min}}{2}\right)\right] - T_b \qquad [۱]$$

در این رابطه H_i، درجه- روز رشد برای روز i ام، T_{max} حداکثر دمای روزانه با یک حد بالایی ۳۰ °C، T_{min} حداقل دمای روزانه با یک حد پایین صفر درجه سانتی‌گراد و T_b نیز دمای پایه کلزا (۲ °C) می‌باشد. برای تعیین یک معادله ریاضی که بتواند تغییرات ماده خشک را نسبت به شاخص دمایی نشان دهد، با استفاده از نرم‌افزار کواتر و پرو معادلات چند جمله‌ای متفاوتی مورد آزمایش قرار گرفتند تا معادله‌ای که بهترین برازش را با داده‌های به دست آمده داشته باشد، به دست آید. از بین معادلات چند معادله‌ای مختلف، معادله زیر بهترین ضریب تبیین را برای پیش‌بینی تغییرات وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به شاخص دمایی نشان داد.

$$DM = e^{(a+bH+cH^2)} \qquad [۲]$$

در این معادله DM وزن خشک اندام‌های برون خاکی، H شاخص دمایی برحسب درجه- روز رشد ($H = \sum H_i$) و a، b و c ثابت‌های معادله می‌باشند.

با در نظر گرفتن رابطه ۱ و معادله ۲، CGR و RGR به صورت زیر محاسبه گردید:

$$CGR = (b + 2cH)e^{(a+bH+cH^2)} \qquad [۳]$$

$$RGR = (b + ۲cH) \qquad [٤]$$

شاخص سطح برگ نیز، از طریق تقسیم سطح برگ تک بوته به مساحت اشغال شده به دست آمد و با درجه- روزهای رشد رابطه زیر را نشان داد:

$$LAI = e^{(a+bH+cH^2)} \qquad [٥]$$

به منظور تعیین عملکرد دانه در هکتار، با توجه به تاریخ کاشت و رقم (زمانی که بیشتر دانه‌ها قهوه‌ای تیره رنگ شده و در اثر تکان خورجین‌ها نریزند) در اوایل صبح که خورجین‌ها از شبنم صبحگاهی مرطوب بودند، با برداشت از خطوط مورد نظر انجام گرفت.

---

[1] - Crop Growth Rate
[2] - Relative Growth Rate

نتایج و بحث

الف) شاخص سطح برگ

جدول ۱، ضرایب معادله پیش‌بینی شده تغییرات شاخص سطح برگ را با تغییرات درجه- روزهای رشد در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد. همان طور که ملاحظه می‌شود، مدل برازش شده برای کلیه تیمارها به صورت معادله نمایی درجه دوم می‌باشد و ضریب تبیین آنها بزرگتر از ۰/۸۷ می‌باشد که در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده است.

با تاخیر در کاشت از ۲۷ شهریور تا ۲۶ مهر ماه، حداکثر شاخص سطح برگ در کلیه ارقام مورد آزمایش کاهش یافته است (اشکال ۱ تا ۳). از آنجایی که بیشترین مقدار شاخص سطح برگ در مراحل اولیه پر شدن دانه‌ها به وجود می‌آید، بنابراین هر چه اندازه سطح برگ گیاه در این مرحله بیشتر باشد به همان اندازه گیاه قادر به استفاده بهینه از تشعشع خورشیدی بوده و توان تولید مواد فتوسنتزی را پیدا می‌کند و در نهایت بر تعداد بالقوه خورجین‌ها و عملکرد دانه تاثیر می‌گذارد (۱) دیپن بروک (۹) مهمترین عامل محدود کننده منبع[1] را مربوط به کوچک بودن سطح فعال فتوسنتزی دانسته است. در منابع نیز، کاهش شاخص سطح برگ به علت تاخیر در کاشت گزارش کرده است و عامل اصلی آن کوتاه شدن طول دوره رشد رویشی عنوان شده است (۲۳).

شکل‌های ٤ تا ٦، روند تغییرات شاخص سطح برگ ارقام کلزا را نسبت به درجه- روزهای رشد در تاریخ‌های مختلف نشان می‌دهد. همانطوری که ملاحظه می‌گردد در اوایل دوره رشد به علت شرایط نامطلوب محیطی و کمی دما، گیاهان سطح برگ کمی داشته و وارد روزت می‌شوند. همچنین کندی رشد ناشی از سطح پایین برگها و کم بودن سطح فتوسنتزی در مرحله گیاهچه‌ای متاثر می‌شود. در اوایل بهار با افزایش تدریجی دما بوته‌ها شروع به رشد می‌نمایند ولی به دلیل کوچکی سطح برگ در اوایل بهار رشد کند است و با افزایش سطح برگ، رشد سریع‌تر شده و در حدود ۲ هفته پس از گلدهی به حداکثر مقدار خود می‌رسد و سپس بر اثر سایه اندازی گلها، خورجین‌ها و شاخه‌ها، شاخص سطح برگ به علت پیری برگ‌ها به سرعت کاهش می‌یابد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک نیز LAI به حداقل میزان خود می‌رسد. دیپن بروک (۹) کاهش شدید LAI را در زمان گلدهی تایید نموده و آن را ناشی از افزایش سطح خورجین‌ها می‌داند.

ب) ماده خشک کل

در این آزمایش تجمع ماده خشک کل با استفاده از معادله $DM = EXP(a + bH + cH^2)$ پیش‌بینی شد. ضریب تبیین (R^2) در تمامی منحنی‌های پیش‌بینی شده برای کلیه تیمارها، در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار گردید. این ضرایب برای کلیه ارقام و تیمارها در رابطه مذکور بیش از ۹۶٪ به دست آمد (جدول ۲).

اشکال ۷ تا ۹ روند تجمع ماده خشک کل ارقام کلزا در تاریخ‌های مختلف کاشت در ارتباط با درجه- روزهای رشد را نشان می‌دهند. با تاخیر در کاشت، حداکثر تولید ماده خشک کل کاهش می‌یابد که در هر سه رقم کلزای مورد بررسی مشاهده شد. اهدایی و وینز(۱۰) نیز چنین نتیجه‌ای را در مورد گندم دوروم گزارش کرده‌اند. در کشت به موقع به دلیل مناسب بودن شرایط محیطی، بذور کشت شده سریع‌تر جوانه می‌زنند و قادر خواهند بود گیاهچه‌های قوی‌تری را به وجود آورند و به ندرت بروند.

[1] - Source

جدول ۲- ضرایب معادله* چند جمله‌ای تغییرات ماده خشک کل (TDM) نسبت به درجه- روزهای رشد (GDD_s)**.

تاریخ کاشت	رقم	عرض از مبداء (a)	ضریب رگرسیون درج یک (b)	ضریب رگرسیون درجه دو (c)	ضریب همبستگی (r)	ضریب تبیین (R^2)
	بلیندا	-٤/٥٨٩٧	٠/٠١٢٥١	$-٣/٢٧\times١٠^{-٦}$	٠/٩٩٤	٠/٩٨٨
٧٥/٦/٢٧	کبری	-١/٦٥٥٩	٠/٠٠٩٠٥	$-٢/٣٦\times١٠^{-٦}$	٠/٩٨١	٠/٩٦٢
	کوییتا	-٣/٦٤٩٧	٠/٠١١٤٩	$-٣/٠٤\times١٠^{-٦}$	٠/٩٩٤	٠/٩٨٨
	بلیندا	-١/٦٦٤٩	٠/٠٠٩٢٩	$-٢/٤٦\times١٠^{-٦}$	٠/٩٩٦	٠/٩٩٢
٧٥/٧/١١	کبری	-٢/٨٧٨٨	٠/٠١٠٩٩	$-٣/٠٩\times١٠^{-٦}$	٠/٩٩٧	٠/٩٩٤
	کوییتا	-٢/٣١٢٣	٠/٠١٠٤٤	$-٢/٩\times١٠^{-٦}$	٠/٩٩٦	٠/٩٩٢
	بلیندا	-١/٤٢١٢	٠/٠٠٩٢٨	$-٢/٥٨\times١٠^{-٦}$	٠/٩٩٤	٠/٩٨٨
٧٥/٧/٢٦	کبری	-١/٢٦٢٨	٠/٠٠٩٣٢	$-٢/٦٩\times١٠^{-٦}$	٠/٩٨٨	٠/٩٧٦
	کوییتا	-١/٢٥٩٥	٠/٠٠٩٤٩	$-٢/٧٧\times١٠^{-٦}$	٠/٩٨٣	٠/٩٦٦

*: معادله مورد استفاده به صورت $TDM = EXP(a + bH + cH^2)$ می‌باشد.

**: H شاخص دمایی برحسب واحدهای درجه- روز رشد.

در نتیجه شرایط دشوار محیطی را در زمستان تحمل کرده و با مناسب شدن هوا در بهار، رشد خود را سریع‌تر آغاز می‌کنند. این بوته‌ها تعداد برگ زیادتری نسبت به کشت‌های تاخیری داشته و فتوسنتز را با سرعت بالاتری انجام خواهند داد. همچنین در کشت به موقع، LAI ۱-۰/۵ برابر بیشتر از کشت‌های تاخیری است که تاییدی بر بالا بودن فتوسنتز و تولید ماده خشک کل است (۹).

در تاریخ کاشت همزمان بین ارقام کلزای مورد مطالعه از نظر این شاخص اختلاف مشاهده شد (شکل‌های ۱۰ تا ۱۲). به این توضیح که رقم بلیندا، کوییننا و کبری در تاریخ کاشت اول به ترتیب ۱۵۹۴/۹۵، ۱۳۴۸/۷ و ۱۱۱۸/۲۳ گرم بر متر مربع وزن خشک تولید کردند. همچنین در اشکال ۷ تا ۱۲ کاهش در وزن خشک کل در مرحله بعد از گلدهی دیده می‌شود که از ریزش برگها ناشی می‌شود. دیپن بروک (۹) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش کرده است.

ج) سرعت رشد محصول

ماده خشک تولید شده توسط گیاه زراعی را می‌توان با استفاده از شاخص‌های نظیر سرعت رشد محصول و سرعت رشد نسبی که هر دو از مهمترین شاخص‌های رشد می‌باشند مورد تجزیه و تحلیل قرار داد (۱۷).

در این بررسی، سرعت رشد محصول در مراحل گیاهچه‌ای و روزت به دلیل پایین بودن سطح کانوپی و کمی جذب تشعشع خورشیدی، دمای پایین و کوتاه بودن طول روز، روند بطئی نشان داد. در بهار با آغاز رشد مجدد، سطح برگ افزایش یافت و در نتیجه با جذب تشعشع خورشیدی بیشتر، میزان تولید ماده خشک در واحد سطح بالا رفته و به تبع از آن CGR نیز روند افزایشی نشان داد. البته در اوایل بهار نیز روند افزایشی کند و بطئی است که ناشی از پایین بودن سطح فتوسنتزی می‌باشد. CGR در مراحل پر شدن دانه به حداکثر میزان خود رسید و حداکثر CGR مصادف با حداکثر LAI بود. در اواخر دوره رشد کلزا، به دلیل سایه‌اندازی اندام‌های فوقانی مثل خورجین‌ها، شاخه‌ها و برگ‌های انتهایی بر روی برگهای پایین‌تر، گیاه شدت نور در کانوپی مواجه شده و قدرت فتوسنتزی گیاه افت نموده و با ریزش برگها، CGR به دشت کاهش نشان داد. با تاخیر در کاشت، CGR کاهش یافت (اشکال ۱۳ تا ۱۵). همان طوری که شکل‌های ۱۵-۱۳ نشان می‌دهند، CGR در رقم بلیندا، در تاریخ‌های کشت اول و سوم به ترتیب ۲/٤٦ و ۱/۳۹ گرم بر متر در مربع در درجه-روزهای رشد می‌باشد. CGR شاخصی است که متاثر از میزان ماده خشک تولیدی می‌باشد و براساس یک گزارش تاخیر در کاشت سبب کاهش LAI شد (۲۳). و همچنین بین LAI و میزان جذب تشعشع خورشیدی یک رابطه افزایشی خط انحنایی گزارش شده است (۱۵). با توجه به موارد ذکر شده می‌توان گفت که کاشت به موقع باعث خواهد شد که بوته‌ها از شرایط محیطی مناسب بهره برده و گیاهانی با توان و LAI بالا به وجود بیاورند. از طرفی، دوره رشد رویشی آنها طولانی‌تر شده و در نتیجه تولید ماده خشک بیشتری داشته و CGR افزایش نشان خواهد داد. همان طوری که اشکال ۱٦ تا ۱۸ نشان می‌دهند، بین CGR ارقام کلزا تفاوت دیده می‌شود که ناشی از اختلاف ژنوتیپ از نظر پتانسیل تولید سطح برگ و تجمع ماده خشک در آنهاست. رقم بلیندا در کلیه تاریخ‌های کاشت از نظر این شاخص برتر از ارقام کوییننا و کبری دیده شد.

د) سرعت رشد نسبی

RGR بیان کننده میزان افزایش وزن خشک گیاه نسبت به وزن خشک فعال موجود در واحد زمان می‌باشد (۳). سرعت رشد نسبی به عنوان معیار اصلی و اساسی تولید ماده خشک به کار می‌رود و می‌توان آن را برای مقایسه کارآیی گونه‌ها و یا اثرات دما در شرایط معین به کار برد (۲۵). RGR ممکن است در مراحل اولیه رشد

گیاه تغییرات چندانی نداشته باشد ولی در مراحل بعدی رشد گیاه از روند کاهشی برخوردار می‌باشد (۳). کاهش RGR گیاهان در طی فصل رشد، به دلیل افزایش بافت‌های ساختمانی نسبت به بافت‌های فعال از نظر متابولیکی است. همچنین سایه‌اندازی برگها و افزایش سن برگ‌های پایین‌تر نیز تا اندازه‌ای بر این افت اثر دارد (۳).

همان طوری که اشکال ۱۹ تا ۲٤ نشان می‌دهند در تاریخ‌های مختلف کاشت کلزا، RGRهای به دست آمده دیگر تفاوت نشان داده است. بطوری که RGR در کاشت اول بیشتر از دو تاریخ کاشت دیگر بوده و این روند به ترتیب کاهش یافته است. البته اختلاف یاد شده در تاریخ‌های کاشت مختلف در رقم کبری چندان محسوس نیست که این حالت در مورد DM و شاخص CGR برای این رقم نیز دیده می‌شود. RGR روند کاهشی داشته و در تاریخ‌های کاشت اول به دوم از شیب خط کاشته می‌شود. این امر نشان می‌دهد که سرعت کاهش RGR در کاشت‌های زودتر سریع‌تر است. این حالت ناشی از شروع زودتر رقابت بین بوته‌ها در کاشت‌های به موقع می‌باشد (۳).

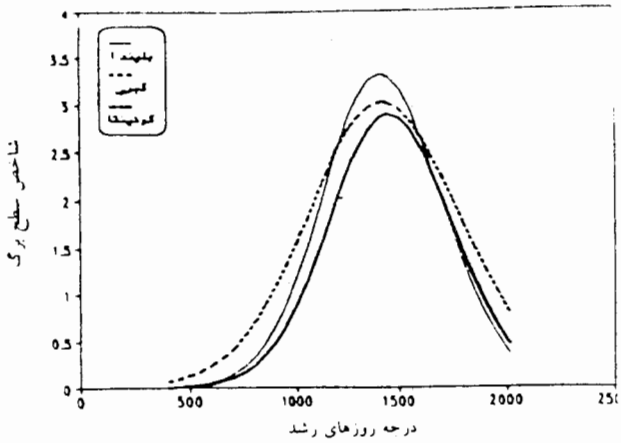
RGR از همان ابتدای دوره رشد روند کاهشی نشان داد و با گذشت زمان اختلاف آنها در تاریخ کاشت‌های مختلف کمتر شد. در اواخر دوره رشد در هر سه تاریخ کاشت ارقام کلزا، RGR منفی شد. منفی شدن RGR به این علت است که در این مراحل، گیاه انباشت ماده خشک نداشته و در فرآیند تنفس از ماده خشک خود استفاده می کند و در عین حال نشان دهنده کاهش نسبت سلول‌های تقسیم پذیر به سلول‌های بالغ گیاه می‌باشد. در مراحل بعدی رشد، به دلیل اینکه رقابت بوته‌ها افزایش می‌یابد، از طرفی سن برگ‌های پایین بوته افزایش یافته و در ضمن این برگها نیز در ساقه قرار می‌گیرند و همچنین بافت‌های ساختمانی که در فتوسنتز نقش ندارند افزایش می‌یابد و RGR روند نزولی پیدا می‌کند (۸ و ۱۷). RGR در تاریخ کاشت ۲۷ شهریور ماه بیشتر از دو تاریخ کاشت دیگر بود و سرعت کاهش آن در کشت اول نسبت به کشت‌های دیگر سریع‌تر بود که نشان دهنده شروع زودتر رقابت بین بوته‌های موجود در مزرعه می‌باشد. RGR از تاریخ کاشت اول به سوم، در درجه- روزهای رشد پایین‌تری منفی می‌شود.

RGR در هر سه رقم نیز، روند کاهشی نشان داد و در رقم بلیندا، در هر سه تاریخ کاشت، این شاخص بیشتر از دو رقم دیگر بود.

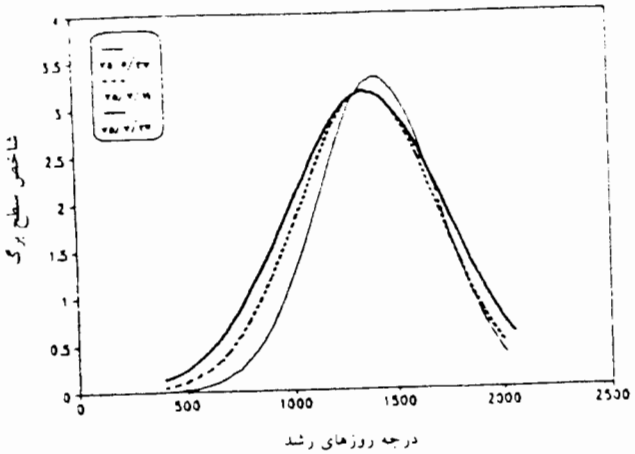
ه) عملکرد دانه

عملکرد دانه با تاخیر در کاشت کاهش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). بطوری که عملکرد دانه تاریخ کاشت‌های دوم و سوم نسبت به عملکرد تاریخ کاشت اول به ترتیب ۲۸/۱٤ و ٤٦/۱٦ درصد کاهش داشت. با تاخیر در کاشت پاییزه، شرایط محیطی برای جوانه زنی نامساعد شده و بوته‌های ضعیفی حاصل می‌شوند. از طرفی در کاشت‌های تاخیری به علت کاهش سطح برگ، به ویژه در مراحل اولیه پر شدن دانه، گیاه نمی‌تواند از تشعشع خورشیدی بطور مطلوب استفاده نماید و در کل با افت توان تولیدی فتوآسیمیلات‌ها، تعداد خورجین (۱۱)، وزن دانه (۱٤) و عملکرد دانه کاهش می‌یابد (۱۱ و ۲۳). همچنین کاهش LAI، TDM، CGR و RGR نیز تائیدی بر کاهش عملکرد می‌باشد. تایلور و اسمیت (۲۸) و میرالز و همکاران (۲۳) نیز چنین نتیجه‌ای را گزارش کرده‌اند.

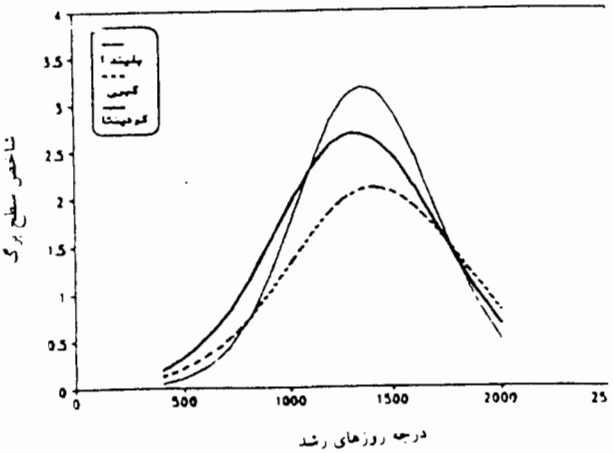
عملکرد دانه ارقام کلزا در تاریخ‌های مختلف کاشت، اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۳). رقم بلیندا در تاریخ‌های مختلف کاشت، به لحاظ بالاتر بودن LAI، TDM، CGR و RGR بر دو رقم دیگر برتری داشت که همگی توان بالای تولید دانه رقم بلیندا را نشان می‌دهد. تاریخ کاشت بیست و هفتم شهریور ماه در بین سایر تاریخ‌های کاشت، به عنوان مناسب‌ترین زمان کاشت کلزا برای منطقه تبریز و سایر مناطق با شرایط آب و هوایی مشابه، توصیه و پیشنهاد می‌شود.



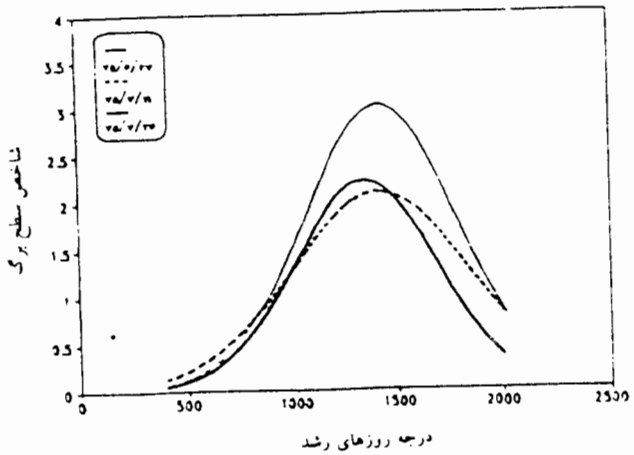
شکل ۴- تغییرات شاخص سطح برگ ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۲۷ شهریور ماه



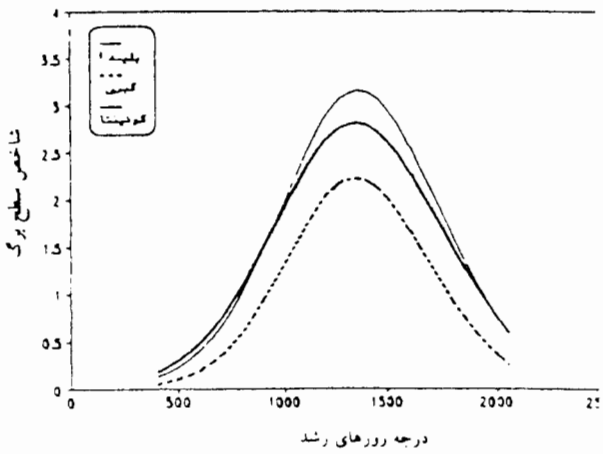
شکل ۱- تغییرات شاخص سطح برگ رقم بلیندا در تاریخهای مختلف کاشت



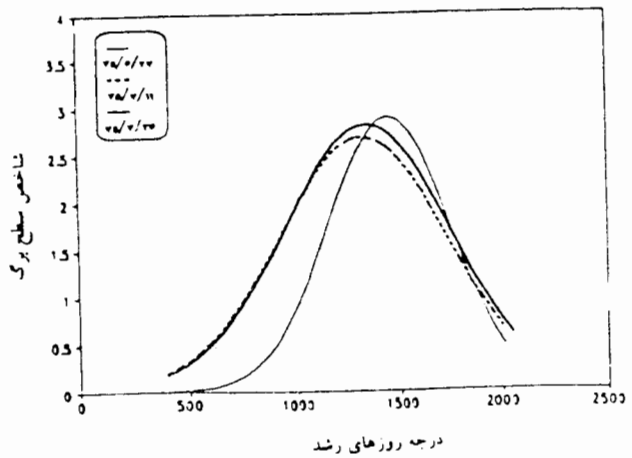
شکل ۵- تغییرات شاخص سطح برگ ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۱۱ مهر ماه



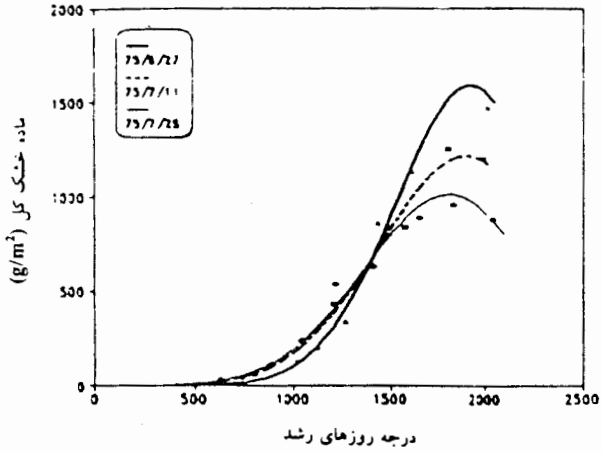
شکل ۲- تغییرات شاخص سطح برگ رقم کیرا در تاریخهای مختلف کاشت



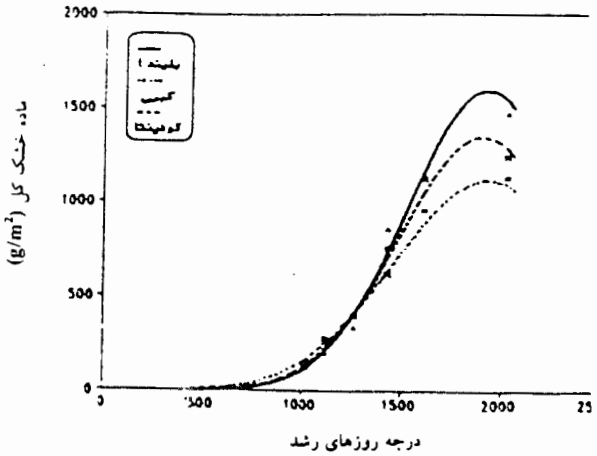
شکل ۶- تغییرات شاخص سطح برگ ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۲۶ مهر ماه



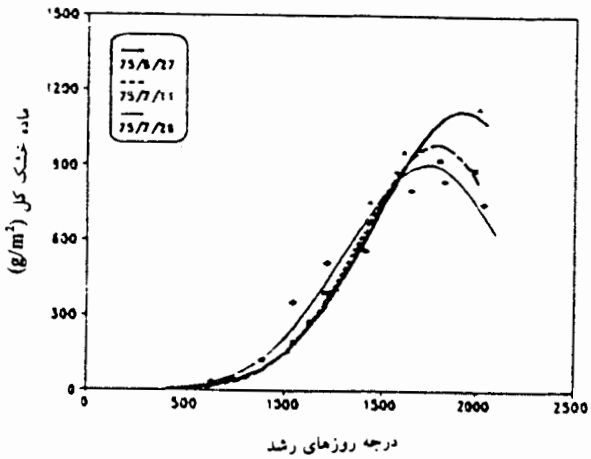
شکل ۳ تغییرات شاخص سطح برگ رقم کوئینتا در تاریخهای مختلف کاشت



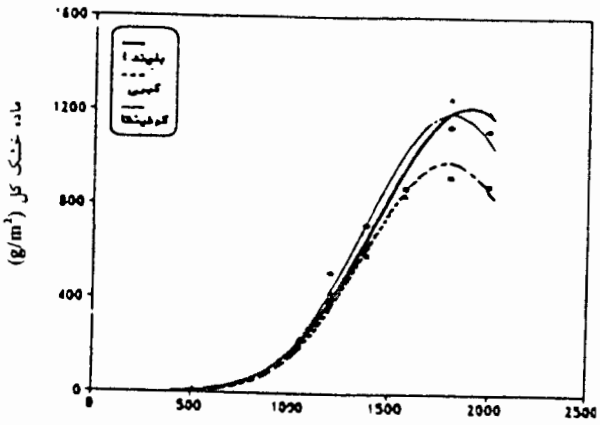
شکل ۷- تغییرات ماده خشک رقم پلیندا در تاریخهای مختلف کاشت



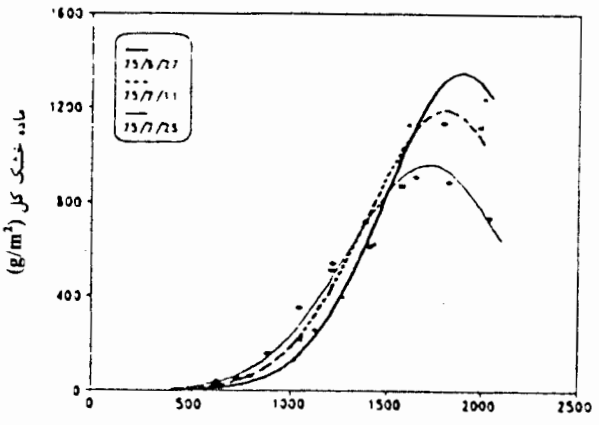
شکل ۱۰- تغییرات ماده خشک ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۲۷ شهریور ماه



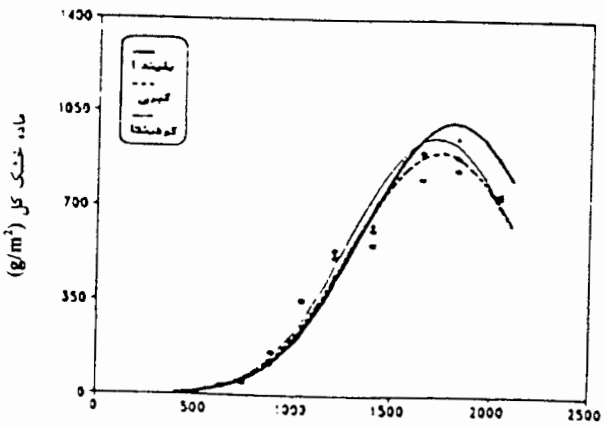
شکل ۸- تغییرات ماده خشک رقم کبری در تاریخهای مختلف کاشت



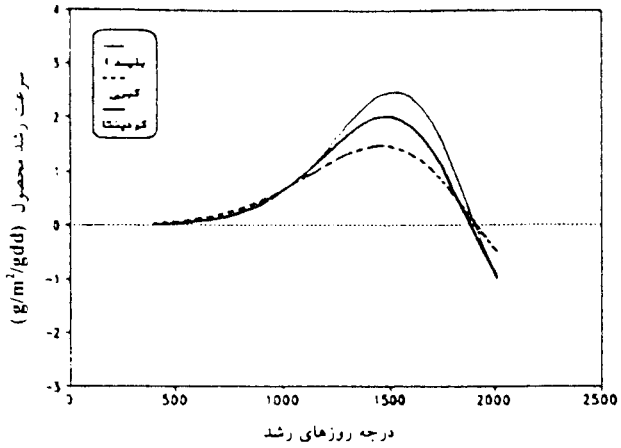
شکل ۱۱- تغییرات ماده خشک ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۱۱ مهر ماه



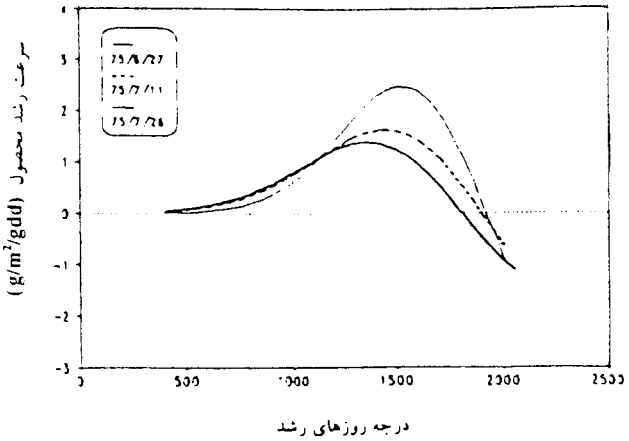
شکل ۹- تغییرات ماده خشک رقم کوانتا در تاریخهای مختلف کاشت



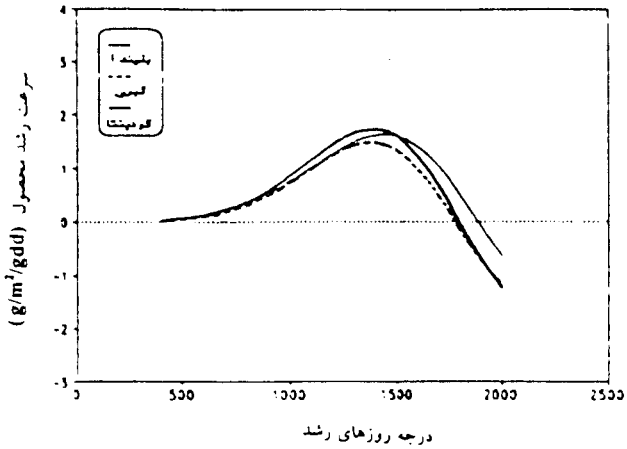
شکل ۱۲- تغییرات ماده خشک ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۲۶ بهمن ماه



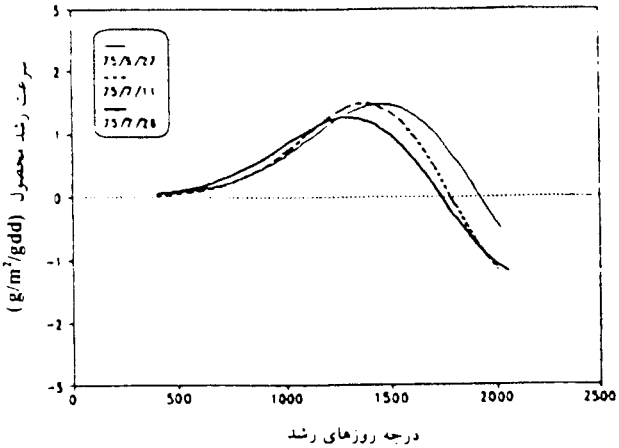
شکل ۱۶- تغییرات سرعت رشد محصول ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۲۷ شهریور ماه



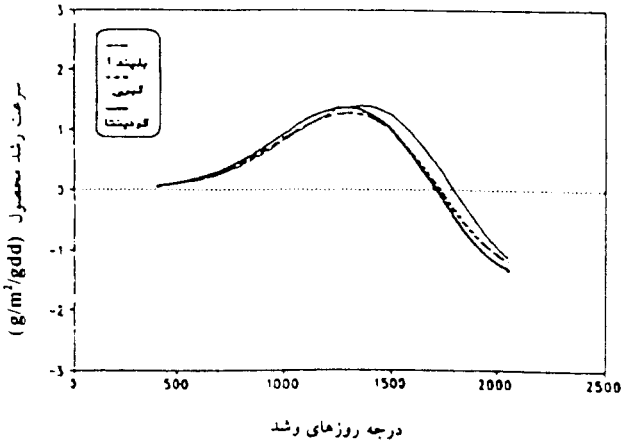
شکل ۱۳- تغییرات سرعت رشد محصول رقم پلیندا در تاریخهای مختلف کاشت



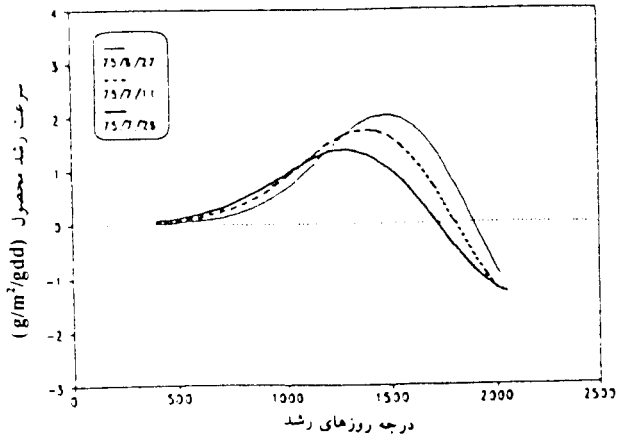
شکل ۱۷- تغییرات سرعت رشد محصول ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۱۱ مهر ماه



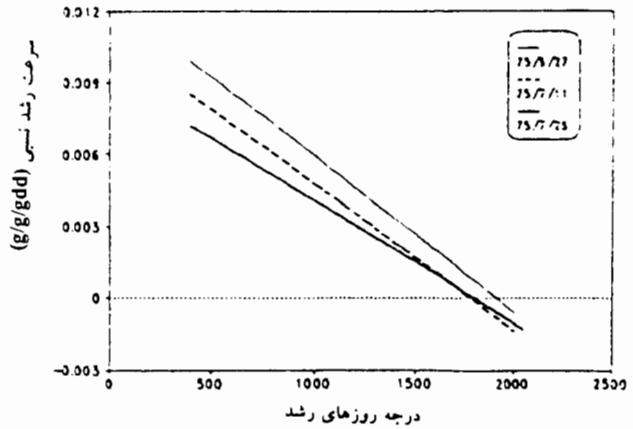
شکل ۱۴- تغییرات سرعت رشد محصول رقم کیری در تاریخهای مختلف کاشت



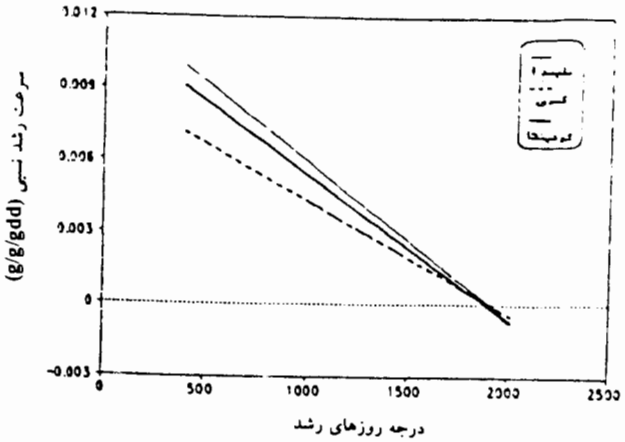
شکل ۱۸- تغییرات سرعت رشد محصول ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۲۶ مهر ماه



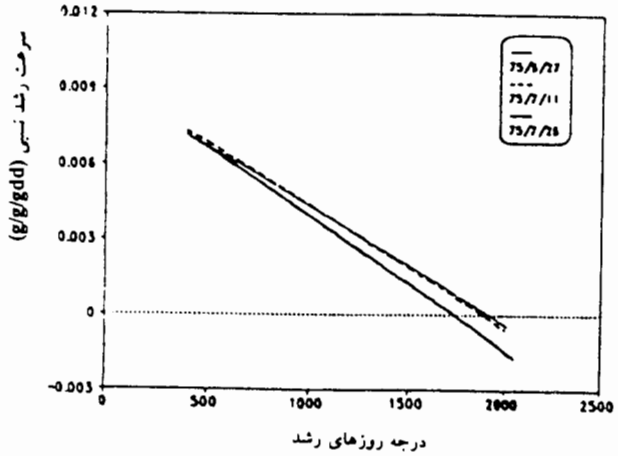
شکل ۱۵- تغییرات سرعت رشد محصول رقم کونتسا در تاریخهای مختلف کاشت



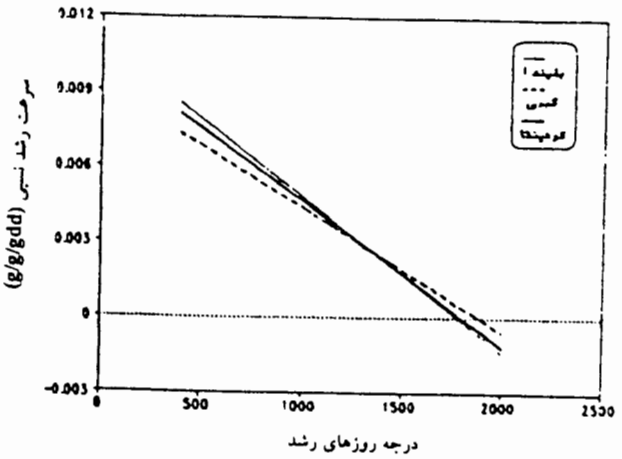
شکل ۱۹- تغییرات سرعت رشد نسبی رقم بلیندا در تاریخهای مختلف کاشت



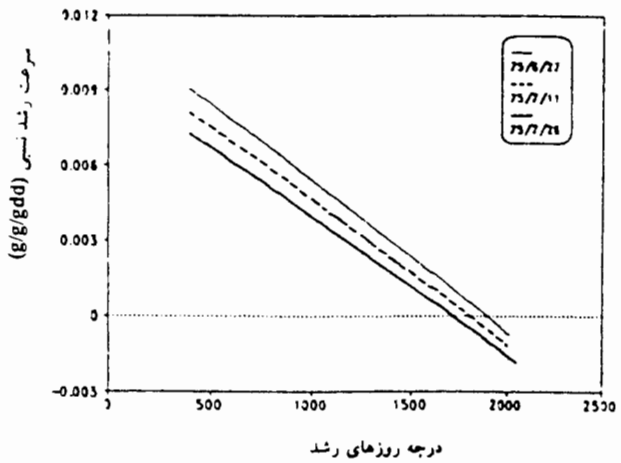
شکل ۲۲- تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۲۷ شهریور ماه



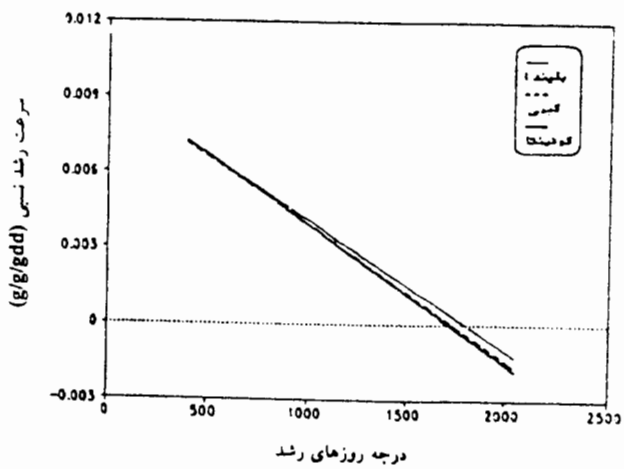
شکل ۲۰- تغییرات سرعت رشد نسبی رقم کبری در تاریخهای مختلف کاشت



شکل ۲۳- تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۱۱ مهر ماه



شکل ۲۱- تغییرات سرعت رشد نسبی رقم کوئیتا در تاریخهای مختلف کاشت



شکل ۲۴- تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام کلزا در تاریخ کاشت ۲۶ مهر ماه

جدول ۳- تاثیر تاریخ کاشت و رقم بر عملکرد دانه کلزا (کیلوگرم در هکتار)*

تاریخ کاشت	رقم			
	بلیندا	کبری	کوییتنا	میانگین
۷۵/۶/۲۷	٤۳۳۸/۳۸	٤۳۸۳/۸۳	٤۲۲۸ ۵۲	٤۳۱٦/۹۱
۷۵/۷/۱۱	۳٦۱۰/۵٦	۲۵۵٤/۵۵	۳۱٤۱/٦۹	۳۱۰۲/۲۷
۷۵/۷/۲٦	۲۹٦۹/۷٦	۱٦۱۱/۷۱	۲۳۹۰/۵۷	۲۳۲٤/۰۱
میانگین	۳٦۳۹/۵۷	۲۸۵۰/۰۳	۲۳۹۰/۵۷	

LSD ٪۵ (تاریخ کاشت) =٦۱۲/۸ LSD ٪۵ (رقم) =٦۱۲/۸

منابع مورد استفاده

۱- آلیاری، ه.، ف ز. شکاری و ف د. شکاری- ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی (زراعت و فیزیولوژی). انتشارات عمیدی. تبریز.

۲- جعفرزاده، ع. الف.، ر. کسرایی و م. ر. نیشابوری- ۱۳۷٤. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی مطالعات تفصیلی ۱۸ هکتار از اراضی و خاکهای ایستگاه تحقیقاتی کرکج. انتشارات امور پژوهشی دانشگاه تبریز.

۳- سرمدنیا، غ. ح. و ع. کوچکی- ۱۳٦۸. فیزیولوژی گیاهان زراعی. (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

٤- کریمی، م.- ۱۳۷۲. آنالیز شاخص‌های رشد براساس واحد گرمایی. خلاصه مقالات اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۱۸-۱۵ شهریور ماه، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج. صفحه ۱۷.

۵- کریمی، م. و م. ز. خواجه‌پور-۱۳٦٦. کاربرد آمار درجه حرارت هوا در تصمیم‌گیری‌های زراعی. مجموعه مقالات درباره آب و خاک، کشاورزی و منابع طبیعی. انتشارات مهندسین مشاوره، کتاب یکم.

٦- کریمی، م. ر. م. عزیزی-۱۳۷۳. آنالیزهای رشد گیاهان زراعی (ترجمه). جهاد دانشگاهی مشهد.

7- Abuzeid, A. E. and S. J. Wilcockson. 1989. Effect of sowing date, plant density and year growth and yield of Brussels sprouts (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Camb.,112: 359-375.

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

9- Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus*):a review. Field Crops Res., 67: 35-49.

10- Ehdai, B. and J. G. Waines. 2001. Sowing date and nitrogen rate effects on dry matter, nitrogen partitioning in bread and durum wheat. Field Crops Res., 73: 47-61.

11- Freyman, S., W. A. Charnetski, and R. K. Crookston. 1973. Role of leaves in the formation of seed in rape. Can. J. Plant Sci., 53: 693-694.

12- Gardner, F., R. Pearce, and R. L. Mitchell. 1985. Physiology of crop plants. Iowa State University Press, Ames, USA.

13- Ghosh, D. C. 1994. Effect of sowing date and plant density on productivity and economics of yellow sarson (*Brassica campestris*). Ind. J. Agron., 39: 54-57.

14- Habekotte, B. 1993. Quantitative analysis of pod formation, seed set and seed filling in winter oilseed rape (*Brassica napus*) under field conditions. Field Crops Res., 35: 21-33.

15- Hocking, P. J. 2001. Effect of sowing time on nitrate and total nitrogen concentrations in field grown canola (*Brassica napus*) and implications for plant analysis. J. Plant Nutr., 24: 43-59.

16- Jenkins, P. D. and M. H. Leitch. 1986. Effect of sowing date on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Camb., 105: 405-420.

17- Karimi, M. M. and H. M. Sidique. 1991. Crop growth and relative growth rates of old and modern wheat cultivars. Aust. J. Agric. Res., 42: 13-20.

18- Kumar, R., P. S. Negi, C. M. Singh, and B. S. Vankotia. 1998. Performance of Gobhi Sarson (*Brassica napus*) under various planting date and row spacing in Himachal Pradesh. Ind. J. Agron., 47: 98-100.

19- Kurmi, K. and M. N. Kalita. 1992. Effect of sowing date, seed rate and method of sowing on growth, yield and oil content of rapeseed (*Brassica napus*). Ind. J. Agron., 37: 595-597.

20- Lutman, P. J. W. and F. L. Dixon. 1987. The effect of drilling date on the growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Camb., 108: 195-200.

21- Mendham, N. J. and R. K. Scott. 1975. The limiting effect of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Camb., 84: 487-502.

22- Mendham, N. J., J. Russell, and N. K. Jarosz. 1990. Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Camb., 114: 274-285.

23- Miralles, D. J., B. C. Ferro, and G. A. Slafer. 2001. Developmental responses to sowing date in wheat, barley and rapeseed. Field Crops Res., 71: 211-223.

24- Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Europ. J. Agronomy, 19: 453-463.

25- Rana, M. A., M. Ayubkhan, M. Yusuf, and S. M. Mirza. 1990. Evaluation of 26 sunflower cultivars at Islam Abad Pakistan. Helia, 14: 19-28.

26- Russell, M. P., W. W. Wilhelm, R. A. Olson, and J. F. Power. 1984. Growth analysis based on degree-days. Crop Sci., 24: 28-32.

27- Singh, S., R. K. Pannu, and M. Chand 1996. Effect of sowing time on radiation characteristics and heat unit requirement of Brassica genotypes. Field Crops Res., 11: 145-150.

28- Taylor, A. J. and C. J. Smith. 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield components of irrigated canola (*Brassica napus*) growth on a red-brown earth in south-eastern Australia. Aus. J. Res., 43: 1929-1941.

29- Tommey, A. M. and E. J. Evans. 1992. Analysis of post-flowering compensatory growth in winter oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Camb., 118: 301-308.